

山东省33座国家湿地公园的外来植物现状研究

高芳磊¹, 张冬杰¹, 梁江涛², 张鹏远², 魏红军², 郭建曜², 卢小军³, 夏江宝^{1*}

(1. 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 滨州学院, 山东 滨州 256603; 2. 山东省林业保护和发展服务中心, 山东 济南 250000; 3. 东营市胜景林业有限公司, 山东 东营 257506)

摘要:为了掌握黄河流经的山东省9个地级市的33座国家湿地公园中的外来植物现状,2022年6月至9月期间,采用样线法和样方法,并且收集了相关的文献资料,研究了33座国家湿地公园中外来植物物种的种类、原产地和入侵程度等。研究结果表明,在33座国家湿地公园中,共记录57科136属196种外来物种,占植物总物种数量的12.90%,其中有76种已经成为入侵物种;在196种外来物种中,有81种的原产地为北美洲,有55种的原产地为亚洲其他国家;人工引种到国家湿地公园中的外来物种为150种,其中有43种未发生归化、逃逸和入侵现象;一年生植物(72种)和多年生植物(95种)占外来植物物种的绝大多数;山东泗河源国家湿地公园(44种)、山东微山湖国家湿地公园(37种)、山东济西国家湿地公园(34种)、山东东明黄河国家湿地公园(33种)、山东曹县黄河故道国家湿地公园(33种)和山东黄河玫瑰湖国家湿地公园(30种)中的外来入侵物种的数量位居前6位;外来严重入侵物种牵牛(*Ipomoea nil*)、皱果苋(*Amaranthus viridis*)、绿穗苋(*Amaranthus hybridus*)和凹头苋(*Amaranthus blitum*)在9个地级市的国家湿地公园中都有分布,外来恶性入侵物种圆叶牵牛(*Ipomoea purpurea*)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)、小蓬草(*Erigeron canadensis*)、凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)、钻叶紫菀(*Symphyotrichum subulatum*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)和外来严重入侵物种牵牛、皱果苋、绿穗苋、凹头苋、曼陀罗(*Datura stramonium*)、香丝草(*Erigeron bonariensis*)、白车轴草(*Trifolium repens*)、北美独行菜(*Lepidium virginicum*)、毛曼陀罗(*Datura innoxia*)的出现频率都大于50%。山东省的有关管理部门应该对33座国家湿地公园中的外来入侵植物进行防控,以避免其破坏自然环境和危害人类。

关键词:外来植物;入侵;国家湿地公园;山东省

中图分类号:Q948.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-5948(2024)01-098-08

由于湿地具有独特的生态功能和重要的生态价值,因此需要加以重点保护^[1-2]。建立自然保护区是湿地保护的主要途径。截止到2022年1月,中国已经有64处湿地被指定为国际重要湿地,已经建立了602处国家级自然保护区和1600余座湿地公园。自然保护区的建立使人类对湿地的干扰和破坏活动大幅度减少。一些外来植物在自然保护区中定殖、建群和扩散^[3]。与土著植物相比,部分外来植物具有更强的生存能力,通过竞争排斥作用占据土著物种的生态位,对土著植物群落进行入侵,降低土著植物群落的多样性^[4-5]。外来植

物入侵使以土著植物为食的动物的栖息环境遭到了毁灭性的破坏,导致生态系统的生物多样性水平降低^[6-7]。外来植物在自然保护区中的快速扩散对自然保护区的湿地保护作用产生了负面影响^[8]。

建立湿地公园是中国湿地保护和恢复的有效途径之一^[9-10]。山东省有66座国家湿地公园。目前,对山东省国家湿地公园中的外来植物的组成、传入途径和其对土著植物群落的危害等尚不清楚,这限制了对外来入侵植物的预警和防控工作。因此,亟需对山东省国家湿地公园中的外来植物开展系统调查,提升对外来植物入侵风险的

收稿日期:2022-12-17;修订日期:2023-03-30

基金项目:山东省林业保护和发展服务中心山东省湿地公园建设质量基础调查项目(SDGP370000000202202001808)和国家自然科学基金项目(32001302)资助。

作者简介:高芳磊(1989—),男,山东省滨州人,博士,讲师,从事生态学研究。E-mail: bzhmgfl@163.com

*通讯作者:夏江宝,教授。E-mail: xiajb@163.com

预警能力。

本研究采用野外样带调查的方法,在黄河流经的山东省 9 个地级市的 33 座国家湿地公园中,开展外来植物物种调查,研究外来植物的组成、起源地、传入方式、生活状态和对土著植物群落多样性的威胁程度,旨在掌握这些湿地公园中外来植物物种的现状,以期为山东省国家湿地公园建设成效评估和提高山东省对外来植物物种入侵风险预警能力积累基础数据和提供参考依据。

1 数据和方法

1.1 研究区

黄河自山东省菏泽市东明县进入山东省,流经菏泽市、济宁市、泰安市、聊城市、济南市、德州市、淄博市、滨州市和东营市,然后在东营市河口区流入渤海。黄河山东段的全长为 628 km,流域面积为 $1.83 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区域的气候属于温带季风气候,年平均气温为 $12.7 \sim 14.2 \text{ }^\circ\text{C}$,年降水量为 555~697 mm,无霜期为 195~208 d。

本研究以黄河流经的这 9 个地级市的 33 座国家湿地公园(表 1)为研究区。在这些国家湿地公园中,分布着河流、湖泊、沼泽和河漫滩等湿地。所有国家湿地公园都被划分为生态保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区。

1.2 方法

2022 年 6 月至 9 月期间,采用样线法和样方法,在 33 座国家湿地公园中,开展野外实地调查。利用 33 座国家湿地公园地图和总体规划功能分区图,在每座国家湿地公园中,设置 5 条调查样线。其中,在生态保育区设置 3 条调查样线,在恢复重

建区设置 2 条调查样线。

依据《2022 年全国森林、草原、湿地调查监测技术规程》(国家林业和草原局),在各座国家湿地公园的生态保育区的典型植物群落分布区中,布设 6 个规格为 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 的乔木调查样方。在每个乔木调查样方中,设置 2 个规格为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的灌木调查样方。在每个灌木调查样方中,设置 4 个规格为 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的草本植物调查样方。

在各座国家湿地公园恢复重建区的重点植物群落分布区中,布设 2 个乔木调查样方。在每个乔木调查样方中,设置 2 个灌木调查样方和 4 个草本植物调查样方。

调查时,记录调查样方内所有植物物种的名称和数量。因未设置水生植物的样方,故仅记录水生植物的种类。对于不易鉴别的物种,需要同时采集标本和拍摄照片,在专家鉴定后,进行补充记录。

1.3 外来植物的种类、原产地和生活型及其入侵等级的确定

依据《中国外来植物数据集》^[11],确定调查和文献整理过程中发现的外来植物物种的科和属、原产地、生存状态、生活型。依据《中国入侵植物名录》^[12]、《中国外来入侵植物志》^[13]和中国外来入侵物种信息系统 IASC(<http://ias.iplant.cn>),将外来植物物种划分为恶性入侵、严重入侵、局部入侵、一般入侵、有待观察、建议排除和尚未评估物种。

2 结果与分析

2.1 外来植物的组成

在 33 座国家湿地公园中,共记录了 57 科 136 属 196 种外来植物(表 2)。其中,菊科、苋科、豆

表 1 33 座国家湿地公园的名称

Table 1 Names of 33 national wetland parks

国家湿地公园名称	国家湿地公园名称	国家湿地公园名称
山东单县浮龙湖国家湿地公园(菏泽市)	山东肥城康王河国家湿地公园(泰安市)	山东夏津九龙口国家湿地公园(德州市)
山东成武东鱼河国家湿地公园(菏泽市)	山东东平湖国家湿地公园(泰安市)	山东德州减河国家湿地公园(德州市)
山东曹县黄河故道国家湿地公园(菏泽市)	山东聊城东昌湖国家湿地公园(聊城市)	山东禹城徒骇河国家湿地公园(德州市)
山东东明黄河国家湿地公园(菏泽市)	山东东阿洛神湖国家湿地公园(聊城市)	山东齐河黄河水乡国家湿地公园(德州市)
山东邹城太平国家湿地公园(济宁市)	山东茌平金牛湖国家湿地公园(聊城市)	山东滨州秦皇河国家湿地公园(滨州市)
山东金乡金水湖国家湿地公园(济宁市)	山东济南白云湖国家湿地公园湿地(济南市)	山东滨州小开河国家湿地公园(滨州市)
山东曲阜孔子湖国家湿地公园(济宁市)	山东莱芜雪野湖国家湿地公园(济南市)	山东麻大湖国家湿地公园(滨州市)
山东梁山泊国家湿地公园(济宁市)	山东钢城大汶河国家湿地公园(济南市)	山东黄河岛国家湿地公园(滨州市)
山东微山湖国家湿地公园(济宁市)	山东济西国家湿地公园(济南市)	山东马踏湖国家湿地公园(淄博市)
山东泗河源国家湿地公园(济宁市)	山东黄河玫瑰湖国家湿地公园(济南市)	山东博山五阳湖国家湿地公园(淄博市)
山东泰安汶河国家湿地公园(泰安市)	山东乐陵跃马河国家湿地公园(德州市)	山东垦利天宁湖国家湿地公园(东营市)

表2 33座国家湿地公园中的外来植物物种名录
Table 2 Species list of alien plants in 33 national wetland parks

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(一)菊科 Asteraceae	(二)苋科 Amaranthaceae	(六)蔷薇科 Rosaceae
1 香丝草 <i>Erigeron bonariensis</i>	42 苋 <i>Amaranthus tricolor</i>	80 东京樱花 <i>Prunus×yedoensis</i>
2 小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>	43 土荆芥 <i>Dysphania ambrosioides</i>	81 欧洲甜樱桃 <i>Prunus avium</i>
3 一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	(三)豆科 Leguminosae	82 紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i>
4 大狼把草 <i>Bidens frondosa</i>	44 白花草木樨 <i>Melilotus albus</i>	83 苹果 <i>Malus pumila</i>
5 鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	45 草木犀 <i>Melilotus officinalis</i>	(七)旋花科 Convolvulaceae
6 红花 <i>Carthamus tinctorius</i>	46 印度草木樨 <i>Melilotus indicus</i>	84 瘤梗番薯 <i>Ipomoea lacunosa</i>
7 火绒草 <i>Leontopodium leontopodioides</i>	47 白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	85 橙红莨苳 <i>Ipomoea cholulensis</i>
8 藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	48 红车轴草 <i>Trifolium pratense</i>	86 番薯 <i>Ipomoea batatas</i>
9 大花金鸡菊 <i>Coreopsis grandiflora</i>	49 刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	87 莨苳 <i>Ipomoea quamoclit</i>
10 剑叶金鸡菊 <i>Coreopsis lanceolata</i>	50 毛洋槐 <i>Robinia hispida</i>	88 牵牛 <i>Ipomoea nil</i>
11 苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	51 北美肥皂荚 <i>Gymnocladus dioica</i>	89 圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>
12 续断菊 <i>Sonchus asper</i>	52 槐 <i>Styphnolobium japonicum</i>	(八)松科 Pinaceae
13 鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	53 落花生 <i>Arachis hypogaea</i>	90 落叶松 <i>Larix gmelini</i>
14 牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	54 红豆草 <i>Onobrychis cyri</i>	91 黑松 <i>Pinus thunbergii</i>
15 蓍 <i>Achillea millefolium</i>	55 紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	92 日本五针松 <i>Pinus parviflora</i>
16 茼蒿 <i>Glebionis coronaria</i>	56 田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	93 刚松 <i>Pinus rigida</i>
17 豚草 <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	57 长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	94 火炬松 <i>Pinus taeda</i>
18 莴苣 <i>Lactuca sativa</i>	58 紫穗槐 <i>Amorpha fruticosa</i>	95 雪松 <i>Cedrus deodara</i>
19 向日葵 <i>Helianthus annuus</i>	(四)禾本科 Gramineae	(九)石竹科 Caryophyllaceae
20 钻叶紫菀 <i>Symphotrichum subulatum</i>	59 双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i>	96 簇生泉卷耳 <i>Cerastium fontanum</i>
21 多花百日菊 <i>Zinnia peruviana</i>	60 光稃野燕麦 <i>Avena fatua</i> var. <i>glabrata</i>	97 麦蓝菜 <i>Gypsophila vaccaria</i>
22 菊苣 <i>Cichorium intybus</i>	61 黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	98 鹅肠菜 <i>Stellaria aquatica</i>
23 栽培菊苣 <i>Cichorium endivia</i>	62 垂穗虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	99 无瓣繁缕 <i>Stellaria pallida</i>
24 串叶松香草 <i>Silpniumperfoliatum</i>	63 大米草 <i>Spartina anglica</i>	100 王不留行 <i>Saponaria calabrica</i>
25 菊芋 <i>Helianthus tuberosus</i>	64 小麦 <i>Triticum aestivum</i>	101 球序卷耳 <i>Cerastium glomeratum</i>
(二)苋科 Amaranthaceae	65 野燕麦 <i>Avena fatua</i>	(十)茄科 Solanaceae
26 鸡冠花 <i>Celosia cristata</i>	66 薏苡 <i>Coix lacrymajobi</i>	102 毛酸浆 <i>Physalis philadelphica</i>
27 青葙 <i>Celosia argentea</i>	67 玉蜀黍 <i>Zea mays</i>	103 苦蕒 <i>Physalis angulata</i>
28 凹头苋 <i>Amaranthus blitum</i>	(五)十字花科 Brassicaceae	104 曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>
29 合被苋 <i>Amaranthus polygonoides</i>	68 豆瓣菜 <i>Nasturtium officinale</i>	105 毛曼陀罗 <i>Datura innoxia</i>
30 老鸦谷 <i>Amaranthus cruentus</i>	69 臭芥 <i>Lepidium didymum</i>	106 洋金花 <i>Datura metel</i>
31 绿穗苋 <i>Amaranthus hybridus</i>	70 北美独行菜 <i>Lepidium virginicum</i>	107 小酸浆 <i>Physalis minima</i>
32 皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>	71 绿独行菜 <i>Lepidium campestre</i>	(十一)锦葵科 Malvaceae
33 血苋 <i>Iresine herbstii</i>	72 弯曲碎米荠 <i>Cardamine flexuosa</i>	108 圆叶锦葵 <i>Malva pusilla</i>
34 灰绿藜 <i>Oxybasis glauca</i>	73 青菜 <i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i>	109 锦葵 <i>Malva cathayensis</i>
35 喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	74 芝麻菜 <i>Eruca vesicaria</i>	110 陆地棉 <i>Gossypium hirsutum</i>
36 杂配藜 <i>Chenopodium hybridum</i>	75 芥菜 <i>Brassica juncea</i>	11 大麻槿 <i>Hibiscus cannabinus</i>
37 千日红 <i>Gomphrena globosa</i>	(六)蔷薇科 Rosaceae	112 野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>
38 白苋 <i>Amaranthus albus</i>	76 欧洲李 <i>Prunus domestica</i>	113 苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>
39 北美苋 <i>Amaranthus blitoides</i>	77 欧洲酸樱桃 <i>Prunus cerasus</i>	(十二)杨柳科 Salicaceae
40 刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	78 红叶石楠 <i>Photinia×fraseri</i>	114 欧美杨 107 号 <i>Populus×euramericana</i> cv. '74/76'
41 反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	79 草莓 <i>Fragaria×ananassa</i>	115 黑杨 <i>Populus nigra</i>

续表

科/物种名称	科/物种名称	科/物种名称
(十二)杨柳科 Salicaceae	(二十)无患子科 Sapindaceae	(三十七)堇菜科 Violaceae
116 加杨 <i>Populus×canadensis</i>	150 鸡爪槭 <i>Acer palmatum</i>	176 三色堇 <i>Viola tricolor</i>
117 箭杆杨 <i>Populus nigra</i> var. <i>thevestina</i>	(二十一)木兰科 Magnoliaceae	(三十八)马齿苋科 Portulacaceae
118 钻天杨 <i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	151 荷花木兰 <i>Magnolia grandiflora</i>	177 大花马齿苋 <i>Portulaca grandiflora</i>
(十三)木樨科 Oleaceae	152 北美鹅掌楸 <i>Liriodendron tulipifera</i>	(三十九)美人蕉科 Cannaceae
119 日本女贞 <i>Ligustrum japonicum</i>	153 白兰 <i>Michelia × alba</i>	178 美人蕉 <i>Canna indica</i>
120 美国红栎 <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	(二十二)鸢尾科 Iridaceae	(四十)漆树科 Anacardiaceae
121 流苏树 <i>Chionanthus retusus</i>	154 德国鸢尾 <i>Iris germanica</i>	179 火炬树 <i>Rhus typhina</i>
122 金叶女贞 <i>Ligustrum×vicaryi</i>	155 黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i>	(四十一)千屈菜科 Lythraceae
123 雪柳 <i>Fontanesia philliraeoides</i>	(二十三)雨久花科 Pontederiaceae	180 长叶水苋菜 <i>Ammannia coccinea</i>
(十四)柏科 Cupressaceae	156 凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>	(四十二)忍冬科 Caprifoliaceae
124 日本扁柏 <i>Chamaecyparis obtusa</i>	157 梭鱼草 <i>Pontederia cordata</i>	181 美丽锦带花 <i>Weigela decora</i>
125 日本花柏 <i>Chamaecyparis pisifera</i>	(二十四)天南星科 Araceae	(四十三)桑科 Moraceae
126 池杉 <i>Taxodium distichum</i> var. <i>imbricatum</i>	158 大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	182 无花果 <i>Ficus carica</i>
127 落羽杉 <i>Taxodium distichum</i>	159 龟背竹 <i>Monstera deliciosa</i>	(四十四)莎草科 Cyperaceae
128 铺地柏 <i>Juniperus procumbens</i>	(二十五)伞形科 Umbelliferae	183 风车草 <i>Cyperus involucratus</i>
(十五)天门冬科 Asparagaceae	160 芫荽 <i>Coriandrum sativum</i>	(四十五)商陆科 Phytolaccaceae
129 吊兰 <i>Chlorophytum comosum</i>	161 野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	184 垂序商陆 <i>Phytolacca americana</i>
130 剑麻 <i>Agave sisalana</i>	(二十六)葡萄科 Vitaceae	(四十六)芍药科 Paeoniaceae
131 凤尾丝兰 <i>Yucca gloriosa</i>	162 五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i>	185 羊角芍药 <i>Paeonia arietina</i>
132 细叶丝兰 <i>Yucca rostrata</i>	163 葡萄 <i>Vitis vinifera</i>	(四十七)石榴科 Punicaceae
(十六)柳叶菜科 Onagraceae	(二十七)葫芦科 Cucurbitaceae	186 石榴 <i>Punica granatum</i>
133 黄花月见草 <i>Oenothera glazioviana</i>	164 葫芦 <i>Lagenaria siceraria</i>	(四十八)桃金娘科 Myrtaceae
134 小花山桃草 <i>Gaura parviflora</i>	165 甜瓜 <i>Cucumis melo</i>	187 丁香蒲桃 <i>Syzygium aromaticum</i>
135 山桃草 <i>Oenothera lindheimeri</i>	(二十八)大戟科 Euphorbiaceae	(四十九)卫矛科 Celastraceae
136 月见草 <i>Oenothera biennis</i>	166 蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	188 冬青卫矛 <i>Euonymus japonicus</i>
(十七)唇形科 Lamiaceae	167 齿裂大戟 <i>Euphorbia dentata</i>	(五十)五福花科 Adoxaceae
137 田野薄荷 <i>Mentha arvensis</i>	(二十九)酢浆草科 Oxalidaceae	189 西洋接骨木 <i>Sambucus nigra</i>
138 迷迭香 <i>Rosmarinus officinalis</i>	168 大花酢浆草 <i>Oxalis bowiei</i>	(五十一)小檗科 Berberidaceae
139 一串红 <i>Salvia splendens</i>	(三十)白花菜科 Cleomaceae	190 日本小檗 <i>Berberis thunbergii</i>
140 薰衣草 <i>Lavandula angustifolia</i>	169 醉蝶花 <i>Tarenaya hassleriana</i>	(五十二)亚麻科 Linaceae
(十八)车前科 Plantaginaceae	(三十一)百合科 Liliaceae	191 亚麻 <i>Linum usitatissimum</i>
141 毛地黄 <i>Digitalis purpurea</i>	170 郁金香 <i>Tulipa gesneriana</i>	(五十三)罂粟科 Papaveraceae
142 阿拉伯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>	(三十二)堇菜科 Cabombaceae	192 虞美人 <i>Papaver rhoeas</i>
143 婆婆纳 <i>Veronica polita</i>	171 水盾草 <i>Cabomba caroliniana</i>	(五十四)泽泻科 Alismataceae
144 蚊母草 <i>Veronica peregrina</i>	(三十三)大麻科 Cannabaceae	193 欧洲慈姑 <i>Sagittaria sagittifolia</i>
(十九)悬铃木科 Platanaceae	172 大麻 <i>Cannabis sativa</i>	(五十五)芝麻科 Pedaliaceae
145 二球悬铃木 <i>Platanus acerifolia</i>	(三十四)凤仙花科 Balsaminaceae	194 芝麻 <i>Sesamum indicum</i>
146 三球悬铃木 <i>Platanus orientalis</i>	173 凤仙花 <i>Impatiens balsamina</i>	(五十六)紫葳科 Bignoniaceae
147 一球悬铃木 <i>Platanus occidentalis</i>	(三十五)胡桃科 Juglandaceae	195 厚萼凌霄 <i>Campsis radicans</i>
(二十)无患子科 Sapindaceae	174 美国山核桃 <i>Carya illinoensis</i>	(五十七)土人参科 Talinaceae
148 日本七叶树 <i>Aesculus turbinata</i>	(三十六)夹竹桃科 Apocynaceae	196 土人参 <i>Talinum paniculatum</i>
149 栲叶槭 <i>Acer negundo</i>	175 夹竹桃 <i>Nerium oleander</i>	

科、禾本科、十字花科和蔷薇科的物种数量较多,分别为25种、18种、15种、9种、8种和8种;有5科的物种数量为6种,有3科的物种数量为5种,有4科的物种数量为4种,有3科的物种数量为3种,有7科的物种数量为2种,有29科为单物种科。

在33座国家湿地公园中的196种外来植物中,原产地为北美洲、亚洲其他国家、非洲、欧洲和南美洲的物种数量分别为81种、55种、39种、11种和9种,还有1种外来植物(灰绿藜)原产地不详。

在196种外来植物中,有13种为恶性入侵物种,包括小蓬草、一年蓬、大狼把草、藿香蓟、豚草、钻叶紫菀、喜旱莲子草、刺苋、反枝苋、土荆芥、圆叶牵牛、凤眼莲、大藻;有20种为严重入侵物种,包括香丝草、牛膝菊、凹头苋、绿穗苋、皱果苋、杂配藜、白车轴草、田菁、大米草、野燕麦、北美独行菜、牵牛、曼陀罗、毛曼陀罗、小花山桃草、月见草、阿拉伯婆婆纳、野胡萝卜、蓖麻、垂序商陆;有10种为局部入侵物种,包括鬼针草、合被苋、老鸦谷、白苋、刺槐、双穗雀稗、苘麻、齿裂大戟、水盾草、虞美人;有33种为一般入侵物种,包括剑叶金鸡菊、苦苣菜、续断菊、鳢肠、多花百日菊、菊苣、灰绿藜、千日红、北美苋、苋、草木犀、红车轴草、长柔毛野豌豆、黑麦草、垂穗虎尾草、豆瓣菜、臭茅、绿独行菜、弯曲碎米荠、无瓣繁缕、球序卷耳、毛酸浆、苦蕒、洋金花、小酸浆、野西瓜苗、黄花月见草、婆婆纳、蚊母草、大麻、火炬树、长叶水苋菜、土人参;建议排除、有待观察和尚未评估物种的数量分别为5种、14种和101种。

在196种外来植物中,通过人工引种到国家湿地公园中的外来植物为150种,其中43种未发生

归化、逃逸和入侵现象,其分别为火绒草、鸡冠花、草木犀、北美肥皂荚槐、红豆草、光稈野燕麦、欧洲李、欧洲酸樱桃、红叶石楠、东京樱花、欧洲甜樱桃、紫叶李、苹果、落叶松、日本五针松、雪松、欧美杨107号、黑杨、箭杆杨、钻天杨、流苏树、金叶女贞、雪柳、日本花柏、铺地柏、田野薄荷、薰衣草、二球悬铃木、一球悬铃木、日本七叶树、鸡爪槭、北美鹅掌楸、德国鸢尾、龟背竹、葡萄、美国山核桃、美丽锦带花、羊角芍药、石榴、丁香蒲桃、冬青卫矛、西洋接骨木、欧洲慈姑;有109种为逃逸物种;有121种为归化物种;归化并入侵的外来植物为35种;只有鹅肠菜1种外来植物是野生逃逸入侵物种;已经入侵的外来植物为76种。这说明33座国家湿地公园外来植物的主要传入途径是人工引种,部分外来植物引种后发生逃逸,在自然生态系统中归化建群,然后,种群快速扩张,入侵土著植物群落。

在196种外来植物中,有133种草本植物、34种乔木、17种灌木、5种灌/乔木、4种草质藤本植物和3种木质藤本植物;一年生、两年生、一年/两年生、多年生、一年/多年生、两年/多年生外来植物的物种数量分别为72种、2种、12种、95种、12种、3种。由此可见,多年生和一年生外来植物物种是33座国家湿地公园中外来植物的主要组成部分。

2.2 外来植物的地理分布

由表3可知,济宁市、济南市、菏泽市、泰安市、滨州市、聊城市、淄博市、德州市、东营市国家湿地公园中的外来植物的物种数量及其中的入侵物种数量依次减小;济宁市、济南市、菏泽市国家湿地公园中的外来恶性入侵物种数量都为10种。

表3 山东省9个地级市国家湿地公园中的外来植物及其中的入侵物种数量
Table 3 The numbers of exotic plants and their invasive species in national wetland parks of 9 prefecture-level cities in Shandong province

地级市名称	外来入侵物种数量/种					外来植物物种数量/种
	恶性入侵	严重入侵	局部入侵	一般入侵	合计	
济宁市	10	17	9	27	63	128
济南市	10	18	5	24	57	118
菏泽市	10	16	7	15	48	69
泰安市	5	10	4	12	31	65
滨州市	7	10	6	7	30	59
德州市	7	8	2	9	26	45
聊城市	3	10	3	8	24	53
淄博市	3	8	2	7	20	51
东营市	0	6	3	7	16	28

在 33 座国家湿地公园中, 山东泗河源国家湿地公园中的外来入侵植物物种数量(44 种)最多, 山东邹城太平国家湿地公园和山东黄河岛国家湿地公园中的外来入侵植物物种数量(2 种)都最少; 山东济西国家湿地公园中的外来植物物种数量(71 种)最多, 山东黄河岛国家湿地公园中的外来植物物种数量(3 种)最少(表 4)。

外来恶性入侵物种圆叶牵牛、反枝苋、小蓬草、凤眼莲、钻叶紫菀、一年蓬、刺苋、喜旱莲子草、大藻、土荆芥、豚草、藿香蓟和大狼把草的出现频率分别为 88.89%、88.89%、77.78%、66.67%、

66.67%、55.56%、33.33%、33.33%、33.33%、11.11%、11.11%、11.11%和 11.11%。

外来严重入侵物种牵牛、皱果苋、绿穗苋、凹头苋、曼陀罗、香丝草、白车轴草、北美独行菜、毛曼陀罗、垂序商陆、野胡萝卜、月见草、田菁、小花山桃草、牛膝菊、野燕麦、蓖麻、阿拉伯婆婆纳、杂配藜和大米草的出现频率分别为 100%、100%、100%、100%、88.89%、77.78%、77.78%、55.56%、55.56%、44.44%、44.44%、44.44%、44.44%、33.33%、33.33%、33.33%、22.22%、22.22%、11.11%和 11.11%。其中, 牵牛、皱果苋、绿穗苋和凹头苋

表 4 33 座国家湿地公园中的外来植物及其中的入侵物种数量

Table 4 The numbers of exotic plants and their invasive species in 33 national wetland parks

国家湿地公园名称	外来入侵物种数量/种					外来植物物种数量/种
	恶性入侵	严重入侵	局部入侵	一般入侵	合计	
山东泗河源国家湿地公园(济宁市)	9	12	7	16	44	66
山东微山湖国家湿地公园(济宁市)	6	12	5	14	37	58
山东济西国家湿地公园(济南市)	5	12	3	14	34	71
山东东明黄河国家湿地公园(菏泽市)	7	10	4	12	33	51
山东曹县黄河故道国家湿地公园(菏泽市)	7	10	4	12	33	52
山东黄河玫瑰湖国家湿地公园(济南市)	5	12	2	11	30	65
山东梁山泊国家湿地公园(济宁市)	7	8	4	6	25	50
山东曲阜孔子湖国家湿地公园(济宁市)	4	9	4	6	23	36
山东茌平金牛湖国家湿地公园(聊城市)	3	10	2	6	21	33
山东东阿洛神湖国家湿地公园(聊城市)	3	8	2	8	21	40
山东钢城大汶河国家湿地公园(济南市)	3	7	2	9	21	53
山东麻大湖国家湿地公园(滨州市)	7	5	5	4	21	36
山东博山五阳湖国家湿地公园(淄博市)	3	8	2	7	20	37
山东东平湖国家湿地公园(泰安市)	2	8	3	7	20	38
山东成武东鱼河国家湿地公园(菏泽市)	5	4	3	7	19	36
山东夏津九龙口国家湿地公园(德州市)	5	5	1	8	19	30
山东滨州小开河国家湿地公园(滨州市)	3	7	2	5	17	35
山东滨州秦皇河国家湿地公园(滨州市)	3	7	2	5	17	35
山东垦利天宁湖国家湿地公园(东营市)	0	6	3	7	16	28
山东聊城东昌湖国家湿地公园(聊城市)	3	5	1	5	14	35
山东齐河黄河水乡国家湿地公园(德州市)	3	5	1	5	14	16
山东禹城徒骇河国家湿地公园(德州市)	3	5	1	5	14	17
山东单县浮龙湖国家湿地公园(菏泽市)	1	5	1	6	13	30
山东德州减河国家湿地公园(德州市)	3	4	1	5	13	20
山东乐陵跃马河国家湿地公园(德州市)	2	3	1	7	13	21
山东金乡金水湖国家湿地公园(济宁市)	5	2	2	3	12	36
山东肥城康王河国家湿地公园(泰安市)	3	3	1	5	12	24
山东马踏湖国家湿地公园(淄博市)	3	1	1	5	10	24
山东莱芜雪野湖国家湿地公园(济南市)	2	3	0	4	9	34
山东济南白云湖国家湿地公园(济南市)	0	0	0	5	5	7
山东泰安汶河国家湿地公园(泰安市)	2	1	1	0	4	18
山东邹城太平国家湿地公园(济宁市)	1	1	0	0	2	8
山东黄河岛国家湿地公园(滨州市)	0	1	0	1	2	3

在9个地级市都有分布,曼陀罗、香丝草、白车轴草、北美独行菜和毛曼陀罗的分布范围超过5个地级市。

3 讨论

在本研究中,黄河流经的山东省9个地级市的33座国家湿地公园中的196种外来植物占33座国家湿地公园中植物物种总数量的12.9%^[14],该比例小于中国外来植物物种数量占植物物种总数量的比例(28.19%^[11]);在196种外来物种中,有81种的原产地为北美洲,有55种的原产地为亚洲其他国家。

一个地区植物类群的数量主要取决于成种过程和物种的迁入^[15]。在较小的时间尺度上,物种的迁入过程起着主导作用。来自亚洲其他国家的植物物种扩散到山东省所需跨越的地理屏障较少。中国与北美洲所处的海陆位置和纬度非常相似^[16]。水热条件在决定物种分布中起着首要作用。因此,来自北美洲的植物物种成为山东省33座国家湿地公园中外来植物物种的主要组成部分。洞庭湖区的外来植物物种组成^[17]也有类似特征。

生活型是植物对于特定生存环境长期适应,而在外貌上反映出的类型,是一种生态分类单位^[18]。在本研究中,133种草本植物和34种乔木是山东省33座国家湿地公园中外来植物物种的主要组成成分。而从生活史时间看,95种多年生植物和72种一年生植物是构成33座国家湿地公园的主要组成成分,即一年生草本植物、多年生草本植物和多年生乔木构成了外来植物类群的主体。

随着全球经济一体化的发展,贸易往来日益频繁,旅游业蓬勃发展,导致许多植物离开原产地,跨越海洋、荒漠和高山等自然地理屏障,进入陌生环境,并且能完成定植和建立野生种群,其被称为外来植物;而对引入地的生态、经济和社会造成严重威胁的部分外来植物被称为外来入侵植物^[19]。在本研究中,济宁市、济南市、菏泽市、泰安市、滨州市、聊城市、淄博市、德州市、东营市中的外来植物和外来入侵植物的物种数量依次减少,可能的原因是国家湿地公园的面积越大,其外来植物和外来入侵植物物种越丰富;33座国家湿地公园中的外来植物的主要传入途径是人工引种,引种的部分外来植物发生逃逸或者成为归化植物,入侵土著植物群落,对引入地的生态环境造成

危害,需要引起人们的高度警觉。

在本研究中,山东泗河源国家湿地公园、山东微山湖国家湿地公园、山东济西国家湿地公园、山东东明黄河国家湿地公园、山东曹县黄河故道国家湿地公园、山东黄河玫瑰湖国家湿地中外来入侵植物的物种数量分别为44种、37种、34种、33种、33种和30种,应该加强对入侵物种的防控。黄河流经的山东省9个地级市的国家湿地公园的所有管理部门应该采取有力措施,彻底清除国家湿地公园中的恶性入侵物种圆叶牵牛、反枝苋、小蓬草、凤眼莲、钻叶紫菀、一年蓬和严重入侵物种牵牛、皱果苋、绿穗苋、凹头苋、曼陀罗、香丝草、白车轴草、北美独行菜、毛曼陀罗。尤其应该长期监测牵牛、皱果苋、绿穗苋和凹头苋种群的动态,发现即予以清除。

4 结论

2022年6月至9月期间,在山东省菏泽市、济宁市、泰安市、聊城市、济南市、德州市、滨州市、淄博市和东营市的33座国家湿地公园中,分布着57科136属196种外来植物物种,其中有76种已经成为入侵物种。

参考文献

- [1]梁芳源,梁晨,李晓文,等.基于系统保护规划的松花江流域湿地优先保护格局模拟研究[J].湿地科学,2022,20(1):56-64.
- [2]武海涛,姜明,吕宪国,等.湿地保护和修复的基础理论及关键技术问题:第289期双清论坛[J].湿地科学,2022,20(1):128-132.
- [3]REN J L, CHEN J S, XU C L, *et al.* An invasive species erodes the performance of coastal wetland protected areas[J]. Science advances, 2021, 7: eabi8943.
- [4]QIU S Y, LIU S S, WEI S J, *et al.* Changes in multiple environmental factors additively enhance the dominance of an exotic plant with a novel trade-off pattern[J]. Journal of ecology, 2020, 108: 1989-1999.
- [5]VAN KLEUNEN M, WEBER E, FISCHER M. A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species[J]. Ecology letters, 2010, 13: 235-245.
- [6]张斌,袁晓,裴恩乐,等.长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化:以南汇东滩为例[J].生态学报,2011,31(16):4599-4608.
- [7]ROBLEDANO F, ESTEVE M A, FARINÓS P, *et al.* Terrestrial birds as indicators of agricultural-induced changes and associated loss in conservation value of Mediterranean wetlands[J]. Ecological

- indicators, 2010, **10**: 274-286.
- [8]郑姚闽, 张海英, 牛振国, 等. 中国国家级湿地自然保护区保护成效初步评估[J]. 科学通报, 2012, **57**(4): 207-230.
- [9]王立龙, 陆林, 唐勇, 等. 中国国家级湿地公园运行现状、区域分布格局与类型划分[J]. 生态学报, 2010, **30**(9): 2406-2415.
- [10]张永利. 湿地保护事业的重要性: 在国家湿地科学技术专家委员会第二次工作会议上的讲话[J]. 湿地科学, 2011, **9**(4): 380-381.
- [11]林秦文, 肖翠, 马金双. 中国外来植物数据集[J]. 生物多样性, 2022, **30**(5): 22127.
- [12]马金双. 中国入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [13]马金双. 中国外来入侵植物志(第一卷至第五卷)[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2020.
- [14]张冬杰, 梁江涛, 张鹏远, 等. 黄河山东段两侧 33 座国家湿地公园植物群落的物种丰富度研究[J]. 湿地科学, 2023, **21**(3): 367-374.
- [15]朱璧如, 张大勇. 基于过程的群落生态学理论框架[J]. 生物多样性, 2011, **19**(4): 389-399.
- [16]赵红艳, 姜勇, 刘润红, 等. 中国湿地外来维管束植物的初步研究[J]. 广西科学院学报, 2018, **34**(2): 87-102.
- [17]万自学, 张正云, 刘川, 等. 洞庭湖区入侵植物的物种组成、区系特征和分布[J]. 湿地科学, 2022, **20**(3): 386-394.
- [18]赵晶, 汪溪远. 古尔班通古特沙漠南缘 3 种生活型草本植物生物量分配及相关生长关系[J]. 植物研究, 2017, **37**(2): 304-311.
- [19]林秦文, 于胜祥, 唐赛春, 等. 中国外来归化植物的编目现状及有关问题[J]. 植物生态学报, 2021, **45**(11): 1275-1280.

Current Status of Alien Plants in 33 National Wetland Parks in Shandong Province

GAO Fanglei¹, ZHANG Dongjie¹, LIANG Jiangtao², ZHANG Pengyuan², WEI Hongjun²,
GUO Jianyao², LU Xiaojun³, XIA Jiangbao¹

(1. Shandong Key Laboratory of Eco-Environmental Science for the Yellow River Delta, Binzhou University, Binzhou 256603, Shandong, P.R.China; 2. Shandong Forestry Protection and Development Service Center, Jinan 250000, Shandong, P.R.China; 3. Dongying Shengjing Forestry Co., Ltd., Dongying 257506, Shandong, P.R.China)

Abstract: To understand the current status of alien plant species in 33 national wetland parks across 9 prefecture-level cities in Shandong province through which Yellow River flows, the taxonomy, source of origin, degree of invasion of alien plants in 33 parks from June to September 2022 were studied, using the transect and quadrat method, and collecting relevant literature. The results showed that a total of 196 species of exotic plants, belonging to 136 genera and 57 families, were recorded in these parks, accounting for 12.90% of the total plant species, 76 species were already invasive species. Of these, 81 species originated from North America and 55 from other Asian countries; 150 species was introduced intentionally into these parks, of which 43 had not yet naturalized, escaped, or invaded. Annual plants (72 species) and perennial plants (95 species) constituted the majority of alien plants. The top six parks with the highest number of invasive species were Shandong Siheyuan National Wetland Park (44 species), Shandong Weishan Lake National Wetland Park (37 species), Shandong Jixi National Wetland Park (34 species), Shandong Dongming Yellow River National Wetland Park (33 species), Shandong Caoxian Yellow River Ancient Route National Wetland Park (33 species), and Shandong Yellow River Rose Lake National Wetland Park (30 species). The seriously invasive species *Ipomoea nil*, *Amaranthus viridis*, *Amaranthus hybridus* and *Amaranthus lividus* were distributed in 33 parks of all 9 cities. The distribution frequencies of the malignant invasive species such as *Pharbitis purpurea*, *Amaranthus retroflexus*, *Erigeron canadensis*, *Eichhornia crassipes*, *Symphyotrichum subulatum* and *Erigeron annuus* were greater than 50%. Therefore, relevant management departments in Shandong province should prevent and control invasive plants in the 33 national wetland parks to reduce the harms they caused to the natural environments and human.

Keywords: exotic plants; invasion; national wetland park; Shandong province