

植物园在识别城市景观植物入侵潜力中的使命：以俄罗斯植物园为例

The Mission of Botanical Gardens to Identify the Invasive Potential of Plants in Urban Landscaping: An Example from the Botanical Gardens of Russia

伊莲娜·戈洛索娃^{1*} 奥尔加·舍列波娃² 尤利娅·维诺格拉多娃² 赵聪聪³
Elena GOLOSOVA^{1*} Olga SHELEPOVA² Yulia VINOGRADOVA² ZHAO Congcong³

(1. 尼基茨基植物园—俄罗斯科学院国家科学中心莫斯科代表处, 莫斯科 298648; 2. 俄罗斯科学院总植物园, 莫斯科 127276; 3. 东北林业大学园林学院, 哈尔滨 150040)

(1. Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Moscow Representative Office, Moscow, Russia, 298648; 2. Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, 127276; 3. School of Landscape, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang, China, 150040)

文章编号: 1000-0283(2025)11-0022-06

DOI: 10. 12193 / j. laing. 2025. 11. 0022. 003

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2025-07-15

修回日期: 2025-09-19

摘要

俄罗斯植物园与世界各地植物园一样, 面临着控制植物入侵并防止入侵植物物种扩散的重要任务。国际植物学界已将保护生物多样性作为优先事项, 在国家和地区层面控制至少 100 种最具侵略性、危害本土植物、植物群落和生物群系的外来物种的入侵过程。2011 年, 在雅罗斯拉夫尔举行的会议上, 俄罗斯植物园理事会通过了《俄罗斯植物园外来入侵物种行为准则》, 该准则面向苗圃和园艺中心工作人员、植物园、树木园、游客、志愿者、景观设计师和政府当局。目前, 莫斯科市政府已责成专家制定减少城市景观中入侵物种的措施, 编制了一份包含 32 种莫斯科高风险入侵植物的名单, 建议从所有特别保护的绿地中移除。此外, 莫斯科已定殖的 5 种转型物种应逐步淘汰, 而预计即将出现的豚草 (*Ambrosia artemisiifolia*) 和臭椿 (*Ailanthus altissima*) 则必须在发现时立即根除, 有 14 个物种因其逃逸并形成自发性入侵种群被提议排除在城市景观应用之外, 11 种入侵草本植物仅需在影响严重区域进行种群控制和部分移除。

关键词

城市景观; 植物园; 植物入侵; 监测; 预测; 控制

Abstract

Botanical gardens in Russia, akin to botanical gardens worldwide, face a significant responsibility: to monitor phytoinvasions and prevent the dissemination of invasive plant species. The International Botanical Community has prioritized the conservation of biological diversity to manage the process of plant invasion at national and regional levels, targeting at least 100 of the most aggressive alien species that harm native plants, plant communities, and biocenoses. In 2011, during a conference in Yaroslavl, the Council of Botanical Gardens of Russia adopted the *Code of Conduct for Invasive Alien Species in Russian Botanical Gardens*, which addresses staff at nurseries and horticultural centers, botanical gardens, arboreta, visitors, volunteers, landscape architects, and government authorities. Currently, the Moscow Government has commissioned experts to develop measures aimed at reducing invasive species in urban landscaping. An expert group (the authors) compiled a list of 32 high-risk invasive plant species in Moscow, recommended for eradication from all specially protected green areas. Furthermore, five transformer species established in Moscow should be phased out; among these, *Ambrosia artemisiifolia* and *Ailanthus altissima*, expected to appear imminently, must be eradicated immediately upon detection. Fourteen species are proposed for exclusion from urban landscaping due to their propensity for escape and spontaneous invasive population formation. Additionally, eleven invasive herbaceous species require population control and partial removal within zones of high ecological impact.

Keywords

urban landscaping; botanical garden; plant invasion; monitoring; forecast; control

伊莲娜·戈洛索娃

1958 年生/女/莫斯科人/博士/首席科学家、教授、博士生导师/研究方向为风景园林与规划设计、城市生物多样性

奥尔加·舍列波娃

1960 年生/女/库尔巴托沃人/博士/首席研究员/研究方向为植物学、植物生理学、城市生物多样性

尤利娅·维诺格拉多娃

1954 年生/女/莫斯科人/博士/首席科学家、教授、博士生导师/研究方向植物学、城市生物多样性

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: eastgardens@mail.ru

基金项目:

俄罗斯科学院总植物园国家资助项目“俄罗斯入侵植物: 编目、生物形态学特征及有效传播控制方法”(编号: 122042600141-3); 尼基茨基植物园俄罗斯科学院国家科学中心国家任务(编号: FNNS-2025-0004)

1 城市景观与环境安全的相关性

在长期发展和全球化加速的进程中，许多植物物种被引入到其自然分布区之外，其中一些物种在无人干预的情况下形成并维持了稳定的种群。这些外来物种中的大多数仅具有较小的次生分布区，不会造成严重的环境或经济损失。但部分外来物种已成为入侵种，影响本地物种，并可能对全球经济、生态系统服务和公共卫生产生重大影响。全球已知的维管植物物种中，超过50%在植物园中栽培^[1]。植物从植物园流入苗圃、城市街道、花园和公园。其中一些物种适应性良好被成功归化，甚至在城市内部也开始对生物多样性构成威胁。尽管关于生物入侵问题的科学研究显著增加，但来自侵略性外来物种的危险仍在逐年加剧，这在世界许多国家的法规和法律文件中有所体现。例如，在2012年欧洲议会的一项决议中引入了关于建立法律框架的条款，旨在直接解决与外来入侵动植物物种传播相关的问题，并制定预防、监测、根除和管理入侵物种的标准措施。

全球范围内正积极开展关于入侵物种及其相关扩散问题的研究。例如，世界最大的植物研究中心之一——英国皇家植物园邱园开展了广泛项目，研究入侵物种并制定自然生境保护措施；瑞士国家公园不仅研究入侵植物种群动态及控制策略，还致力于阿尔卑斯山区植物群的保护问题；比利时国家植物园则着力探究外来物种对该地区植物群的影响，并制定防范负面后果的建议。然而，现有研究主要聚焦于自然生态系统中区域性的植物入侵过程，因为这些过程在不同国家会因气候和社会经济条件的差异而呈现不同形态。美国植物园的研究同样遵循这一原则：纽约植物园以其包括入侵植物扩散问题在内的本

土植物群保护研究项目而闻名；芝加哥植物园则组织科学考察队，并开展美国中西部地区入侵生物指示性研究^[2-4]。在俄罗斯，首要目标是实施《2020年后全球生物多样性框架》，特别是该文件中制定的“目标6”——规范外来入侵物种的引入途径，同时将其引入和传播速率至少降低50%，并控制或根除入侵物种以消除或减少其影响，尤其关注优先物种和优先区域。

入侵物种通过多种途径进入城市景观，既有有意的，也有无意的。最常见的方式是使用非本地、不典型的植物来增强公园、花园、广场、街道绿化和庭院的装饰效果。这些植物常因其美观、易养或生长迅速而被选用，却忽略了其潜在危险性。苗圃和园艺中心可能在不知情的情况下出售入侵物种。有时，在农村地区用于加固斜坡、建立防风林、作为饲料作物或绿肥的物种，后来变得失控并广泛传播。直到最近，育种者对于降低观赏植物入侵风险仍并不感兴趣。仅在10年前，才提出了有助于在保持观赏植物商业价值的同时降低其入侵性的10个特征：(1) 降低繁殖体的遗传变异性；(2) 减缓生长速度；(3) 不产生开花；(4) 消除无性繁殖体；(5) 缺乏花蜜和花粉以避免吸引传粉者；(6) 果实不开裂（防止种子传播）；(7) 缺乏可食用的果肉；(8) 种子萌发率低；(9) 不育性；(10) 在种子产生前进行程序性衰老。

某些曾在乡村地区用于加固斜坡、营造防风林、作为饲料作物或绿肥作物的物种，而后却失控地广泛扩散。无意的引入主要通过陆路和水路运输，风、水流、鸟类等动物传播种子。然而，大多数外来入侵植物是有意引入的，特别是作为观赏植物在公共和私人花园中栽培^[5-6]。由于植物材料进口的持续增长，这一过程得到加强。以450种外来入

入侵物种为例^[7]，研究表明这些物种作为入侵种的区域数量与其在全球植物园收藏中的频率呈正相关。那些曾在私人或植物园栽培过的归化种，其归化速度和在更多区域的分布范围，均远超从未被栽培过的物种^[1]。

然而，并非所有引入的物种都会成为入侵种。俄罗斯入侵植物物种的绝对数量估计达数十种，其中约一半以上被认为最具危险性。相对而言，入侵物种通常不超过所有引进物种的10%^[8]。这与全球趋势相符：虽然大多数引进物种不构成威胁，但少数成为入侵物种的植物却会造成重大的环境和经济损失。城市化地区由于生态系统受到干扰且存在更多新外来物种入侵的途径，通常更容易受到入侵。为防止入侵物种在城市景观中扩散，必须采取综合方法解决问题，考虑所有可能的入侵途径并采取相应措施。历史上，植物园的建立最初是服务于装饰性园艺和经济植物学利益。数个世纪以来，植物园曾是数千植物物种在各大洲之间迁移的主要通道。然而到20世纪末，这类活动带来的严重非预期后果逐渐显现。植物园界认识到其双重角色：既是外来物种引进的主要渠道，又逐渐发展成为评估风险与减缓后果的专业中心^[9]。这引发了一场根本性变革——从潜在的生态威胁源转变为确保生态安全的领导机构。如今植物园集多重角色于一体：既作为生物多样性守护者（通过保存遗传物质），又是研究威胁的科学枢纽，同时承担着面向公众和政府的咨询与教育职能。此外，它们还通过以下几项关键职能在研究和控制入侵物种扩散方面发挥核心作用。

(1) 识别与监测。植物园对其自身区域及其他城市区域进行监测，以发现新的入侵物种并帮助识别现有物种。植物园专家通常是首先发现其传播新病灶的人。在对其入侵程度

进行初步评估后，通过在互联网上发布关于几个欧洲国家植物园归化物种的数据库，预防潜在危险物种进入栽培成为可能。每个检测到的入侵物种被赋予表1中的4个状态类别之一。

(2) 生物学与生态学研究。植物园开展科学研究，旨在探究入侵物种的生物学、生态学及其传播机制。这有助于更好地理解它们如何与本地生态系统相互作用，以及哪些因素促成了它们的成功。

(3) 入侵潜力评估。植物园可以在新植物物种在栽培中广泛传播之前评估其潜在入侵性。这有助于防止其在景观绿化中的应用，从而降低其进一步扩散的风险。植物园可以制定并实施策略，以限制其境内及周边已有入侵物种的扩散。

(4) 传播控制。植物园开发并测试各种控制入侵物种的方法，如机械法、化学法和生物法。他们进行研究以确定最有效且环保的控制方法，并防止潜在入侵物种进入收集区或展示区。

(5) 公众教育与宣传工作。植物园的核心活动在于开展公民环境教育，其主要实施形式包括：一是举办以生物入侵问题为主题的专业导览、讲座及大师课堂，向游客介绍本地入侵物种特征、与原物种的区分要点及防控措施；二是在园内策划专题展览并设置科普展板，阐释入侵植物潜在风险，推广

本土物种在景观建设中的应用；三是编制并发放纸质与电子版指导材料（宣传册、备忘录、网站及社交媒体文章），提供生态友好型观赏植物的遴选建议；四是组织志愿者参与入侵物种清除活动（如“大叶牛防风防控日”），既解决实际问题，又提升公众认知与责任感；五是园艺从业者及私家园主提供入侵物种识别与安全绿化咨询服务。

这些工作旨在引导社会形成对生物入侵问题的负责任态度，使普通民众转变为防止外来物种扩散的积极同盟军。

2 识别植物入侵潜力的历史回顾与当前经验

直到20世纪中叶人们才认识到植物入侵问题，开始理解引种、归化和入侵的过程。入侵生物学的基础得以奠定，并出现了“生态位”（ecological niche）概念及其在物种间竞争中的作用^[10]。

20世纪下半叶的特点是植物群落定量研究方法的发展、利用数学模型进行传播预测，以及入侵物种早期预警和控制系统的发展^[11-15]。所有植物园都在进行研究、预测和控制入侵的工作，即使危险物种的次生分布区尚不广泛。例如，在所有欧洲国家中，仅德国记录了水泉草（*Montia fontana*）的自维持种群，该物种被归类为一级入侵状态（1 ggg）。而在奥斯陆大学（挪威）植物

园中发现了萝藦（*Vincetoxicum rossicum*）的密集自维持种群，其对环境安全构成了严重威胁，因此自2007年以来，该市周边地区一直在实施一项专门的根除计划。在维也纳植物园，荷兰菊（*Aster novi-belgii*）、蛇莓（*Duchesnea indica*）、花菱草（*Eschscholtzia californica*）、黄连花（*Lysimachia vulgaris*）、曲茎一枝黄花（*Solidago flexicaulis*）、禾叶一枝黄花（*Solidago graminea*）和甘露子（*Stachys affinis*）已从栽培中“逃逸”^[16]。

莫斯科总植物园曾尝试控制利霍波尔卡河沿岸大花凤仙花（*Impatiens glandulifera*）的过度蔓延，但未获成功^[17]。俄罗斯科学院总植物园已开始从收藏和展示区移除入侵物种，以远东的腺梗菜（*Adenocaulon adhaerescens*）为例，该物种约25年前从展区移除，但已沿园路广泛传播。随着种群增长，植株数量显著增加，其中未成熟和幼龄植株越来越多，表明该物种正处于渐进式入侵阶段。在中等龄级的种群中，每平方米生长着83~211株植物，投影盖度达100%，在此类生境中未发现本地物种^[18]。在研究样地清除超过4 000株该植物后，本地植物种群得以恢复，如黄花假糙苏（*Galeobdolon luteum*）、羊角芹（*Aegopodium podagraria*）、水金凤（*Impatiens noli-tangere*）等。

因此，在将植物种植于露天展示区之前，评估其在气候条件相似国家的入侵活跃程度至关重要。绝对不可引入名单中归类为“ggg”的植物，即威胁区域生态安全的高度入侵物种。后者包括例如在德国和丹麦的奇异葱（*Allium paradoxum*）、在挪威的柳叶栒子（*Cotoneaster salicifolius*）、在爱尔兰的槲寄生（*Viscum album*）等。

3 植物园控制植物入侵活动的主要举措

早在2011年在雅罗斯拉夫尔举行的会议上，俄罗斯植物园理事会就通过了《俄

表1 植物园植物入侵性等级分类
Tab. 1 Categories of plant invasiveness in botanical gardens

等级 Category	特征描述 Characteristic description
1 ggg	高度入侵物种，威胁区域生态安全
2+++	入侵种（在受干扰的半自然和自然生境中活跃扩散并归化的外来物种）
3++	潜在入侵种（当前正在受干扰生境定居和归化的外来物种；随着进一步归化，其中一部分可能能够渗入半自然和自然群落）
4+	在植物园内能自我更新，但不易进一步扩散（具有在引种地恢复能力，并在邻近地区表现为入侵种的潜在入侵物种）

罗斯植物园外来入侵物种行为准则》，该准则面向苗圃和园艺中心员工、植物园和树木园、植物园游客和志愿者、景观设计师、联邦和地区政府机构。2013年，该文件在独联体国家植物园理事会于国际科学院协会(International Association of Academies of Sciences)举行的首届组织大会上获得批准^[8]。根据该文件，俄罗斯植物园承诺履行以下几项关键义务：(1) 通过预先评估拟引种植物的入侵活跃程度，防止潜在入侵物种进入栽培；(2) 参与开发和维护植物入侵早期预警系统，并立即将有关外来物种潜在危险的信息传递给植物园理事会以便跟进；(3) 参与制定区域“黑名单”；(4) 评估将入侵物种从植物园收

藏和展示区移除的可行性，制定城市景观设施中防控植物入侵的方法，若保留入侵物种，需确保控制其扩散；(5) 在自然植物群落和城市景观设施中实施针对危险入侵物种的管理策略；(6) 为苗圃提供识别潜在入侵物种的服务；(7) 与当地苗圃、园艺公司和种子公司合作，协助开展环境友好的城市景观建设和植物贸易；(8) 教育公众认识外来物种的危险性；(9) 与相关组织建立伙伴关系，以吸引广泛人群参与对抗入侵植物。

多年来，俄罗斯不同地区一直在开展识别入侵物种的工作。这项工作由地区性植物园主导，它们负责编制本地区最具侵略性的外来物种名单。利用独创技术手段，研究制

定了创建“黑名单”和分析特定地区植物区系入侵部分的方法学方案，以识别一系列引入植物的区系发生和入侵状态趋势^[9]。这项工作的主要目的是通过植物园系统获取俄罗斯所有地区的信息，并对入侵物种在全国范围内的传播进行比较分析。以特维尔大学植物园(位于俄罗斯中部，距莫斯科140 km)为例，可以看到此类工作的成果(表2)。

基于区域“黑名单”(侵入自然生境的最具侵略性外来物种名单，以及影响自然生境的潜在入侵物种名单)和俄罗斯13个大区的《黑皮书》，对国家入侵植物物种进行了编目。研究涵盖了俄罗斯联邦65个行政区和全部8个联邦管区(占国土面积的81%)。入侵植物

表2 俄罗斯特维尔地区已识别入侵物种分级^[19]
Tab. 2 Ranking of identified invasive species in the Tver region of Russia

状态等级 Status category	物种数量与名称 Number and name of species
1 ggg	6种：穗状唐棣 (<i>Amelanchier spicata</i>)、加拿大伊乐藻 (<i>Elodea canadensis</i>)、苇状羊茅 (<i>Festuca arundinacea</i>)、索氏独活 (<i>Heracleum sosnowskyi</i>)、多叶羽扇豆 (<i>Lupinus polyphyllus</i>)、高大一枝黄花 (<i>Solidago gigantea</i>)
2+++	28种：桤木 (<i>Acer negundo</i>)、菖蒲 (<i>Acorus calamus</i>)、米丘林腺肋花楸 (<i>Aronia mitschurinii</i>)、燕麦草 (<i>Arrhenatherum elatius</i>)、柳叶紫菀 (<i>Aster × salignus</i>)、大狼把草 (<i>Bidens frondosa</i>)、胀萼打碗花 (<i>Calystegia inflata</i>)、香甘菊 (<i>Chamomilla suaveolens</i>)、小蓬草 (<i>Conyza canadensis</i>)、稗 (<i>Echinochloa crusgalli</i>)、刺果藤 (<i>Echinocystis lobata</i>)、腺茎柳叶菜 (<i>Epilobium adenocaulon</i>)、糙叶羊茅 (<i>Festuca trachyphylla</i>)、菊芋 (<i>Helianthus tuberosus</i>)、沙棘 (<i>Hippopha rhamnoides</i>)、小花凤仙花 (<i>Impatiens parviflora</i>)、细灯心草 (<i>Juncus tenuis</i>)、毒莴苣 (<i>Lactuca serriola</i>)、密花独行菜 (<i>Lepidium densiflorum</i>)、黑麦草 (<i>Lolium perenne</i>)、月见草 (<i>Oenothera biennis</i>)、欧防风 (<i>Pastinaca sativa</i>)、碱茅 (<i>Puccinellia distans</i>)、日本蓼 (<i>Reynoutria japonica</i>)、爆竹柳 (<i>Salix fragilis</i>)、接骨木 (<i>Sambucus racemosa</i>)、肥皂草 (<i>Saponaria officinalis</i>)、狗尾草 (<i>Setaria viridis</i>)
3++	16种：假红柳叶菜 (<i>Epilobium pseudorubescens</i>)、洋白蜡树 (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>)、东方山羊豆 (<i>Galega orientalis</i>)、牛膝菊 (<i>Galinsoga parviflora</i>)、粗毛牛膝菊 (<i>G. quadriradiata</i>)、大花凤仙花 (<i>Impatiens glandulifera</i>)、凤箱果 (<i>Physocarpus opulifolius</i>)、香脂杨 (<i>Populus balsamifera</i>)、玫瑰 (<i>Rosa rugosa</i>)、金光菊 (<i>Rudbeckia laciniata</i>)、加拿大一枝黄花 (<i>Solidago canadensis</i>)、珍珠梅 (<i>Sorbaria sorbifolia</i>)、绣线菊 (<i>Spiraea rosalba</i>)、聚合草 (<i>Symphytum × uplandicum</i>)、三毛草 (<i>Trisetum flavescens</i>)、菰 (<i>Zizania latifolia</i>)
4+	50种：鞑靼槭 (<i>Acer tataricum</i>)、叉分蓼 (<i>Aconogonon divaricatum</i>)、反枝苋 (<i>Amaranthus retroflexus</i>)、豚草 (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)、辣根 (<i>Armoracia rusticana</i>)、奥地利蒿 (<i>Artemisia austriaca</i>)、疑蒿 (<i>Artemisia dubia</i>)、大籽蒿 (<i>Artemisia sieversiana</i>)、荷兰菊 (<i>Aster novi-belgii</i>)、雏菊 (<i>Bellis perennis</i>)、河岸雀麦 (<i>Bromopsis riparia</i>)、树锦鸡儿 (<i>Caragana arborescens</i>)、欧洲酸樱桃 (<i>Cerasus vulgaris</i>)、光泽栒子 (<i>Cotoneaster lucidus</i>)、单叶山楂 (<i>Crataegus monogyna</i>)、红果山楂 (<i>Crataegus sanguinea</i>)、软山楂 (<i>Crataegus submollis</i>)、百里香菟丝子 (<i>Cuscuta epithimum</i>)、芥菜 (<i>Erucastrum gallicum</i>)、麝香草 (<i>Fragaria moschata</i>)、圆醋栗 (<i>Grossularia reclinata</i>)、大豕草 (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)、块茎香豌豆 (<i>Lathyrus tuberosus</i>)、欧锦葵 (<i>Lavatera thuringiaca</i>)、新疆忍冬 (<i>Lonicera tatarica</i>)、苹果 (<i>Malus domestica</i>)、紫花苜蓿 (<i>Medicago sativa</i>)、黄香草木犀 (<i>Melilotus officinalis</i>)、长叶薄荷 (<i>Mentha longifolia</i>)、勿忘草 (<i>Myosotis sylvatica</i>)、红茎月见草 (<i>Oenothera rubricaulis</i>)、蜂斗菜 (<i>Petasites hybridus</i>)、糙茎白酒草 (<i>Phalacrolooma strigosum</i>)、高芦苇 (<i>Phragmites altissimus</i>)、仰卧早熟禾 (<i>Poa supina</i>)、波西米亚蓼 (<i>Reynoutria bohémica</i>)、库页岛蓼 (<i>Reynoutria sachalinensis</i>)、奥地利焯菜 (<i>Rorippa austriaca</i>)、绒毛蔷薇 (<i>Rosa villosa</i>)、尖叶柳 (<i>Salix acutifolia</i>)、白柳 (<i>Salix alba</i>)、欧丹参 (<i>Salvia verticillata</i>)、粘千里光 (<i>Senecio viscosus</i>)、小花大蒜芥 (<i>Sisymbrium loeselii</i>)、伏尔加大蒜芥 (<i>Sisymbrium volgensis</i>)、绣线菊 (<i>Spiraea salicifolia</i>)、绢毛柞木 (<i>Swida sericea</i>)、香堇菜 (<i>Viola odorata</i>)、白苍耳 (<i>Xanthium album</i>)、直酢浆草 (<i>Xanthoxalis stricta</i>)

表3 莫斯科入侵植物
Tab. 3 Invasive plants of Moscow

分组 Group	物种数量与名称 Number and name of species
1a	5种：栲叶槭 (<i>Acer negundo</i>)；索氏独活 (<i>Heracleum sosnowskyi</i>)；加拿大一枝黄花类群 (<i>Solidago canadensis</i>)，包括高大一枝黄花 (<i>Solidago altissima</i>)；波西米亚蓼 (<i>Reynoutria×bohemica</i>)；多叶羽扇豆 (<i>Lupinus polyphyllus</i>)
1b	2种：豚草 (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)、臭椿 (<i>Ailanthus altissima</i>)
2	14种：紫穗槐 (<i>Amorpha fruticosa</i>)、五叶地锦 (<i>Parthenocissus inserta</i>)；红瑞木 (<i>Cornus alba</i>)；红栎 (<i>Quercus rubra</i>)；穗状唐棣 (<i>Amelanchie</i>)；桤叶唐棣 (<i>Amelanchier alnifolia</i>)；沙棘 (<i>Hippophae rhamnoides</i>)；核桃楸 (<i>Juglans mandshurica</i>)；凤箱果 (<i>Physocarpus opulifolii</i>)；刺槐 (<i>Robinia pseudoacacia</i>)；玫瑰 (<i>Rosa rugosa</i>)；弗吉尼亚李 (<i>Prunus virginiana</i>)；洋白蜡树 (<i>Fraxinus pennsylvanica</i>)；珍珠梅 (<i>Sorbaria sorbifolia</i>)
3	11种：蜂斗菜 (<i>Petasites hybridus</i>)；丝茎婆婆纳 (<i>Veronica filiformis</i>)；小蓬草 (<i>Erigeron canadensis</i>)；大花凤仙花 (<i>Impatiens glandulifera</i>)；小花凤仙花 (<i>Impatiens parviflora</i>)；菊苣 (<i>Helianthus tuberosus</i>)；腺梗菜 (<i>Adenocaulon adhaerescen</i>)；菰 (<i>Zizania latifolia</i>)；大狼把草 (<i>Bidens frondosa</i>)；加拿大伊乐藻 (<i>Elodea canadensis</i>)；刺果藤 (<i>Echinocystis lobata</i>)

注：1a为已在莫斯科境内存在并产生最显著负面影响的转型物种；1b为尚未引入莫斯科境内或处于入侵早期阶段，但偶尔在莫斯科地区出现或处于入侵早期阶段的转化型物种，根据预测，若无控制措施可能产生显著负面影响的转型物种；2为正积极从栽培中逃逸，并已在莫斯科境内形成自发性入侵种群的外来物种；3为已在莫斯科境内形成自发性入侵种群，主要通过无意引入传播，迄今对城市生态系统负面影响较小的外来草本物种。

名录包含584个物种，其中106种在俄罗斯联邦至少一个主体内是危险的转型物种。最常见的物种包括栲叶槭（在俄罗斯联邦60个地区登记为入侵种）、刺果藤（在俄罗斯联邦57个地区）和小蓬草（在俄罗斯联邦56个地区）。已制作分布图，按入侵物种总数和转型物种数量显示了植物在俄罗斯联邦各行政区的分布情况。基于该工作成果，注册了数据库《IRIS：俄罗斯入侵物种编目》^[20]。

4 研究成果在城市景观中的实际应用

遗憾的是，许多入侵物种在莫斯科境内生长良好。2025年，莫斯科市政府已制定任务，要求制定措施以减少在城市景观中“使用”或“最小化”入侵物种的存在。专家组创建了一份包含32种莫斯科高风险入侵植物的名单，建议从城市所有特别保护的绿地中移除（表3）。此外，还额外建议应逐步从城市区域移除第1组物种，并在首次发现第1a组物种时立即移除；建议将第2组物种排除在城市景观种植材料之外，并停止种植；对于第3组植物，仅需在问题最严重的区域（预测植物覆盖度超过80%的区域）进行种群控

制和部分移除。

5 结论

研究有力论证了21世纪植物园使命的根本性变革：从装饰性植物引种中心转变为承担生态安全与城市生态系统可持续发展重任的核心机构。这种新型管理范式意味着从被动应对向主动干预的战略转型，即控制已定殖物种向前瞻性风险评估与植物入侵预防的转型。

本研究成果（包括制定的莫斯科入侵物种分级名录）不仅是事实陈述，更是实践这一新范式的操作工具，推动从泛化宣言转向具体管理行动。对城市管理者与景观设计师来说，名录通过在设计阶段排除潜在危险物种，为种植品种规制提供依据，其成本效益远高于事后清除；对植物园而言，巩固其作为专业监测中心的地位，任务不仅包括研究入侵潜力，更需基于“预见与预防”原则对所有新引种实施主动筛查；而苗圃与园艺中心催生对环境负责的园艺需求，并强化消费者教育机制。

因此，本研究结论指向管理模式的根

本转变，应对生物入侵不仅关乎清除现有种群，更需建立基于科学预测（入侵潜力的定性评估）、规制措施（物种黑白名录）、跨部门协作（植物园—政府—苗圃）、公众环境教育柱的生物安全体系。后续工作应着力将名录纳入莫斯科官方规范，并建立公开的交互式平台（类似“IRIS”数据库），实现植物入侵的实时监测与管理。唯有通过这种由植物园发起并协调的综合途径，才能有效应对生物入侵挑战，保障城市环境的生态可持续性。 

注：文中表格均由作者绘制。

参考文献

- [1] VAN KLEUNEN M, ESSL F, PERGL J, et al. The Changing Role of Ornamental Horticulture in Alien Plant Invasions[J]. *Biological Reviews*, 2018, 93(03): 1421-1437.
- [2] APLIN D. Jardin Botanique National de Belgique, Meise: Annual Report[M]. Brussels: National Botanic Garden of Belgium, 2012.
- [3] WILLIAMS F, ESCHEN R, HARRIS A, et al. The Economic Cost of Invasive Non-native Species on Great Britain[R]. Centre for Agriculture and Bioscience International Project, 2010.

- [4] ESSL F, BIRÓ K, BRANDES D, et al. Biological Flora of the British Isles: Ambrosia Artemisiifolia[J]. Journal of Ecology, 2015, 103(04): 1069-1098.
- [5] HULME P E, BACHER S, KENIS M, et al. Grasping at the Routes of Biological Invasions: A Framework for Integrating Pathways into Policy[J]. Journal of Applied Ecology, 2008, 45(02): 403-414.
- [6] PYŠEK P, JAROŠÍK V, PERGL J. Alien Plants Introduced by Different Pathways Differ in Invasion Success: Unintentional Introductions as a Threat to Natural Areas[J]. PLoS One, 2011, 6(09): e24890.
- [7] HULME P E. Addressing the Threat to Biodiversity from Botanic Gardens[J]. Trends in Ecology & Evolution, 2011, 26(04): 168-174.
- [8] VINOGRADOVA Y K. Code of Conduct for Botanic Gardens of CIS on Invasive Alien Species[R]. Moscow: Main Botanical Garden, 2015.
- [9] HAVENS K, VITT P, MAUNDER M, et al. Ex Situ Plant Conservation and Beyond[J]. BioScience, 2006, 56(06): 525.
- [10] ELTON C S. The Ecology of Invasions by Animals and Plants[M]. Boston: Springer US, 1958.
- [11] BAKER H G. The Contribution of Autecological and Genecological Studies to Our Knowledge of the Past Migrations of Plants[J]. American Naturalist, 1959, 93(871): 255-272.
- [12] ABBOTT R J. Plant Invasions, Interspecific Hybridization and the Evolution of New Plant Taxa[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1992, 7(12): 401-405.
- [13] REJMÁNEK M, RANDALL J M. Invasive Alien Plants in California: 1993 Summary and Comparison with Other Areas in North America[J]. Madrono, 1994, 41: 161-177.
- [14] PYSEK P. On the Terminology Used in Plant Invasion Studies[J]. Plant Invasions: General Aspects Special Problems, 1995: 71-81.
- [15] PYŠEK P, PYSEK P. Is There a Taxonomic Pattern to Plant Invasions?[J]. Oikos, 1998, 82(02): 282.
- [16] KIEHN M. Assessing Invasive Potential of Plant Species Cultivated in Botanic Gardens in Central Europe[C]// Conference Programme Book of Abstracts of 4th Global Botanic Gardens Congress. Dublin: National Botanic Gardens of Ireland, 2010: 35-45.
- [17] VINOGRADOVA Y K. Experiments on Reduction of Abundance of Invasive Species (Impatiens Glandulifera, Solidago Gigantea, Adenocaulon Adhaerescens)[C]// Conference Programme Book of Abstracts of 11th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. Szombathely: Ecology and Management Department, 2011: 111.
- [18] VINOGRADOVA Y K. The Biology of Adenocaulon Adhaerescens in Initial Invasive Population[C]// Biological Invasions in a Changing World from Science to Management. Copenhagen: Book of Abstracts, 2010: 184.
- [19] NOTOV A A, VINOGRADOVA Y K, MAYOROV S R. On the Problem of Development and Management of Regional Black Books[J]. Russian Journal of Biological Invasions, 2011, 2(01): 35-45.
- [20] SENATOR S A, VINOGRADOVA Y K. Invasive Plants of Russia: Results of Inventory, Peculiarities of Distribution, and Management Issues[J]. Biology Bulletin Reviews, 2023, 13(06): 681-690.

2026年《园林》 学刊专题征稿

为紧贴时代脉搏, 突显时代主题, 集中展示中国风景园林标志事件和新时代重大规划, 同时本着开放办刊、专题提前策划的工作方针, 2026年《园林》学刊拟选推出如下专题 (所列专题顺序, 不作为最终发刊专题顺序):

(1) 景观感知赋能规划设计; (2) 绿地的生态调节服务与健康; (3) 生物多样性与声景观; (4) 老年友好绿地; (5) 乡村景观游憩与感知; (6) 生态智慧与智慧景观; (7) 城乡融合下的棕地再生; (8) 流变中的风景遗产; (9) 城市更新与景观评估; (10) 小微湿地与城乡绿色发展; (11) 康养景观机制与路径; (12) 生态教学与自然教育; (13) 自然保护地的多重福祉;

(14) 城市蓝绿空间生态效应评价; (15) 历史公园遗产多维阐释; (16) 全龄友好型福祉环境。

专题文章采用学术主持人组稿与作者自由来稿相结合的方式。稿件具体要求可关注“园林杂志”公众号。

