

1 评述 温带亚洲生物多样性格局与保护专题

2 北亚植物多样性研究进展

3 薛建华^{1,2}, Chepinoga Victor³, Shcherbakov Andrey⁴, 朱丽^{1,2}, Kryukova Maria⁵,
4 马克平^{1,2*}

5 1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化重点实验室, 北京 100093

6 2. 中国国家植物园, 北京 100093

7 3. Leibniz University Hannover, Hannover 30167, Germany

8 4. Department of the Higher Plants, Biology Faculty, Lomonosov Moscow State
9 University, Moscow 119991, Russia

10 5. Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk 680000, Russia

11

12 *联系人, E-mail: kpma@ibcas.ac.cn

13 “一带一路”国家植物数字化计划(ANSO-PA-2023-20), 国家自然科学基金(批准
14 号: 41671043, 31270262), 中国科学院战略性先导科技专项(批准号:
15 XDA19050404), the State Task of Lomonosov's Moscow State University
16 (121032500084-6)资助

17

18 收稿日期: 2025-02-23; 接受日期: 2025-05-06

19

20 摘要

21 本文从植物志编撰、植物区系地理、植物标本数字化以及珍稀濒危植物保护
22 等方面, 回顾了北亚地区 300 年来植物多样性研究的主要进展, 并指出仍存在数
23 据分散、区域研究发展不均衡、物种划分过细、IUCN 红色名录评估标准应用不
24 足以及标本数字化滞后(仅约 10%完成)等问题. 为此, 建议加强对研究基础薄弱
25 地区的支持, 全面推广 IUCN 红色名录评估体系, 加快标本数字化进程, 促进区
26 域协调发展与数据共享. 随着“一带一路”倡议的推进, 北亚植物多样性研究和
27 国际合作有望进一步深化, 为全球生物多样性保护提供有力支撑.

28

29 关键词: 北亚; 俄罗斯亚洲; 维管植物; 植物标本数字化; 植物名录; 植物志;
30 亚洲植物数字化计划

31

32 引言

33 北亚(North Asia)是指俄罗斯的亚洲部分, 西自乌拉尔山脉(亚洲与欧洲的分
34 界线)向东延伸至太平洋, 北部以北冰洋为界, 南部陆地毗邻哈萨克斯坦、蒙古、
35 中国和朝鲜, 总面积约 1,310 万平方公里, 约占俄罗斯领土的 77%(约占亚洲总
36 面积的 29.4%)。北亚的行政区划包括乌拉尔联邦管区(Ural Federal District)、西伯
37 利亚联邦管区(Siberian Federal District)和远东联邦管区(Far Eastern Federal
38 District), 共有 27 个联邦主体(相当于省级行政区), 其中包括 5 个共和国、12 个
39 州、1 个自治州、3 个民族自治区和 6 个边疆区(图 1-2)。

40 北亚的自然地理多样, 涵盖了广阔的平原、高原、山脉以及众多河流和湖泊。
41 由西至东依次分布着乌拉尔山脉(为亚洲和欧洲的分界线)、西西伯利亚平原、中
42 西伯利亚高原和东西伯利亚山地。北部地势低洼, 主要包括北西伯利亚低地和科
43 雷马低地。自西南向东北延伸的一系列山脉, 包括阿尔泰山脉(Altai Mountains)、
44 萨彦岭(Sayan Mountains)、斯塔诺夫山脉(Stanovoy Mountains, 即外兴安岭)、上
45 扬斯克山脉(Verkhoyansk Mountains)和切尔斯基山脉(Chersky Mountains)等, 形成
46 了一条连接中亚山脉与白令陆桥之间的重要地质构造带^[1]。这些山脉不仅是重要
47 的地理分界线, 还为众多野生动植物提供栖息地, 并在物种隔离和迁移方面起到
48 屏障与通道的作用。世界最深的淡水湖-贝加尔湖被誉为“西伯利亚的心脏”; 鄂
49 毕河(Ob River)、叶尼塞河(Yenisei River)和勒拿河(Lena River)则构成了北亚的重
50 要水系, 是区域生态系统的重要组成部分。北亚地理范围广阔、地貌复杂, 决定
51 了气候类型的多样性。气候由东部沿海的海洋性气候逐渐向西伯利亚腹地的典
52 型大陆性气候过渡, 全年季节温差变化较大, 地域性差异显著, 从极端严寒到温
53 暖湿润的气候条件均有分布。主要气候类型包括: 极地气候(分布于北部沿北冰洋
54 沿岸地区)、亚寒带气候(覆盖西伯利亚大部分地区)、温带大陆性气候(广泛分布
55 于南西伯利亚山地和部分远东地区)、季风气候(主要出现于俄远东东部的沿海地
56 区)以及半干旱和干旱气候(分布于北亚南部接近蒙古和哈萨克斯坦边境的内陆
57 区域)。

58 北亚复杂的地理和气候条件孕育了丰富的植被类型，包括苔原、针叶林、针
59 阔混交林、阔叶林、草原和草甸等，其中以针叶林为主^[2]。北亚植被带呈现明显
60 的纬向和垂直地带性特征。北部沿北冰洋地区主要为苔原，植物以耐寒苔藓、地
61 衣和低矮灌木为主；进一步南移，西伯利亚中东部则主要为松属(*Pinus* L.)、云杉
62 属(*Picea* Mill.)和落叶松属(*Larix* Mill)组成的针叶林；南西伯利亚山地则为针阔混
63 交林。西西伯利亚平原南部因地势低、气候温和，主要为草原和草甸。在阿尔泰
64 山脉等南部山区的植被随着海拔呈现出垂直分布，从森林逐渐过渡到山顶的草甸
65 和岩生植被。在水源丰富的河流和湖泊周围，形成了湿地植被^[3]。

66 北亚的植物多样性具有重要研究意义。首先，研究北亚高纬度植被有助于揭
67 示植物随纬度变化的分布模式，为高纬度地区的生物多样性研究提供数据支持；
68 其次，北亚气候严寒多变，研究植物如何适应极端环境，对于理解气候变化背景
69 下生态系统的稳定性具有重要意义；此外，北亚在植物迁移与起源的研究中占据
70 重要地位，其地理位置临近欧洲、北美和东亚，为追溯植物种群迁移的历史路径
71 和演化模式提供了独特的研究背景。尽管北亚植物多样性水平相较于亚洲南部
72 较低^[4]，但其独特性使其成为全球生物多样性的的重要组成部分，尤其在极地和亚
73 寒带生态系统中具有独特地位。北亚植物多样性在极端环境中的适应与演化研
74 究，对于应对气候变化、开展生物地理学和跨区域保护研究具有重要参考价值。
75 北亚植物多样性研究已有三百年的积累，但大部分文献以俄文为主，这给国外学
76 者的参考和借鉴带来一定困难。随着“一带一路”倡议的推进，北亚植物多样性研
77 究成果和数据的整合与共享将促进国际科学合作，并有助于提升对亚洲植物多样
78 性的整体理解^[4]。

79 本文通过概述北亚植物多样性研究的历史与进展，旨在为植物学研究、生态
80 保护和跨区域协作提供参考。主要聚焦于北亚地区维管植物多样性的四个关键
81 领域：(1)植物志书类编纂，回顾了不同历史时期北亚维管植物分类与记录的逐
82 步完善及更新；(2)北亚植物区系地理、物种分布与迁移模式，尤其是东亚与北
83 美植物间断分布的植物类群；(3)评述了北亚植物标本数字化的进展，探讨了这
84 一技术在植物多样性数据存储、共享以及推动全球科学研究合作中的作用；(4)

从保护生物学的视角分析了北亚地区珍稀和濒危植物的保护现状,并提出了相应的保护建议.

1. 北亚植物多样性编目的研究进展

1.1 18 世纪早期北亚的植物学考察与探险

俄罗斯亚洲部分的植物学研究始于 18 世纪上半叶沙皇彼得一世(Пётр I Алексеевич Романов, 1672-1725)统治时期,起步比欧洲部分滞后一些^[5]. 1719 年,沙皇彼得一世派遣德国博物学家 Messerschmidt Daniel(1685-1735)首次对西伯利亚地区进行了历时 7 年的科学探险,为了“寻找各种珍品和药用材料:草药、花、根、种子和药用配方等”^[6]. 他独自一人旅行,没有固定助手,重点考察了克拉斯诺亚尔斯克边疆区(Krasnoyarsk Territory)南半部、伊尔库茨克州(Irkutsk Region)、布里亚特共和国(Republic of Buryatia)和外贝加尔边疆区(Trans-Baikal Territory)^[5]. 采集动、植物标本(如猛犸象骨骼、大花杓兰(*Cypripedium macranthos* Sw.)等),收集古物(如石头和陶器等墓葬品),绘制鸟类和植物图片,还完成了一些地理测绘(如绘制了从乌拉尔山至叶尼塞河的地图,准确描述了鄂毕河、安哥拉河和下通古斯克河等)以及人文历史考察等,这些重要的资料为后人进行相关研究奠定了重要基础. 不幸的是,1749 年,圣彼得堡的彼得大帝人类学与民族学博物馆(Kunstkamera)发生严重火灾,将 Messerschmidt Daniel 所采集的标本几乎全部毁灭^[5]. 直到二百年后,他的游记手稿才得以出版^[7]. 这个手稿中对药用植物的描述至今仍具有参考意义^[5]. 为了纪念 Messerschmidt Daniel,1834 年,奥地利植物学家 Besser Vilibald(1784-1842)以他的名字命名了一种蒿属植物 *Artemisia messerschmidtiana* Besser^[6],后来该名称被修订为 *Artemisia gmelinii* var. *messerschmidiana* (Besser) Poljakov.

1733 年,来自俄罗斯帝国科学院的三位植物探险家 Gmelin Johan(1709-1755,德国博物学家、植物学家和地理学家)、Steller Georg(1709-1746,德国植物学家、动物学家、医生和探险家,被认为是研究阿拉斯加自然史的先驱)和 Krasheninnikov Stepan(1711-1755,俄罗斯帝国博物学家)参加了由丹麦航海家 Bering Vitus(1681-1741)带领的“大北伐探险队”(也称为第二次堪察加探险队. 1725 至 1730 年 Bering Vitus 曾带队进行第一次堪察加探险). 探险队员们乘船从圣彼得

堡出发,沿北冰洋海岸线向东远征,穿过楚科奇和白令海峡(Bering Strait),到达鄂霍次克海和堪察加半岛,最后到达了北美. Gmelin Johan 等是继 Messerschmidt Daniel 之后到达北亚的第一批植物探险家,考察范围涵盖了西西伯利亚和东西伯利亚,包括额尔齐斯河(Irtysh River; 鄂毕河支流)流域、达乌里地区(Daurian Region)、勒那河流域(直至雅库茨克)和叶尼塞河流域等^[5].

本次考察的一个重要成果是出版了《西伯利亚植物志(*Flora Sibirica sive Historia Plantarum Sibiriae*)》(1-4 卷)^[8]. 其中后两卷是在 Gmelin Johan 去世后由其侄子 Gmelin Samuel(1745-1774)编辑出版. 由于 Gmelin Johan 的去世,原计划编写第五卷即孢子植物部分未能问世^[5]. 这项开创性的工作对该地区 1,178 种种子植物进行了编目,其中约 500 种是首次描述的物种^[5]. 然而,由于《西伯利亚植物志》在林奈创立双名法之前出版,书中使用多项式命名物种,限制了其广泛应用,因此 Gmelin Johan 并不被视为其发现物种的命名者. 甚至有评价认为“这部书对于鉴定西伯利亚的植物来说毫无用处,对于进一步研究其植物区系的贡献甚少”^[9]. 事实上,这套书的学术价值在于手工绘制了 300 种植物的黑白形态图,至今对植物分类学研究仍具有意义^[5]. 此外, Gmelin Johan 在《西伯利亚植物志》第一卷序言中还提出了一个重要观点:西伯利亚西部的植物区系与欧洲存在密切联系,而叶尼塞河以东则呈现出截然不同的植物区系特征. 这一植物地理分界线至今仍被现代植被类型划分所参考和认可^[5]. 为纪念 Gmelin Johan 的学术贡献,林奈以他的名字命名了石梓属(*Gmelina* L.)(唇形科). 近百年后,德国植物学家 Ledebour Karl(1785–1851)还将 Gmelin Johan 编著的《西伯利亚植物志》中描述的一些植物名称转换为林奈的双名法^[10].

Steller Georg 是一位有才华且勤劳的博物学家,从事航海、动物和植物学等研究. 远征期间植物标本的采集、保存和运输都面临着极大的困难. 他甚至不得不在冬季从伊尔库茨克出发,穿越贝加尔湖到达俄蒙边界的小城恰克特(Kyakhta)购买中国纸张用于制作标本^[5]. 此外,他在白令岛还发现了施特勒海牛(*Hydrodamalis gigas Zimmermann*)(已于 1768 年被人为猎捕灭绝). 不幸的是, Steller Georg 于 1746 年在秋明(Tyumen, 今俄罗斯秋明州首府)去世,其生前的考察手稿尚未来得及发表. 此后,他所采集的植物标本被 Gmelin Samuel 整理并编

入《西伯利亚植物志》第 3-4 卷. 以 Steller Georg 命名的有狼毒属(*Stellera* L.), 以及稀叶珠蕨(*Cryptogramma stelleri* (S.G. Gmelin) Prantl)、白沙蒿(*Artemisia stelleriana* Besser)和长白婆婆纳(*Veronica stelleri* Pallas ex Link)等 10 余种.

Krasheninikov Stepan 是俄罗斯帝国历史上首位本土出生的博物学家兼植物学家. 1733 年, 他以俄罗斯科学院学生身份随 Gmelin Johan 参加了“堪察加第二次考察”. 1735 年, 他独自考察了俄蒙边界的达乌里和伊尔库茨克地区. 1736 年, 他与 Gmelin Johan 一同考察萨哈(雅库特)共和国(Republic of Sakha(Yakutia)). 1737 年, Krasheninikov Stepan 独自前往堪察加半岛, 途中不幸遭遇沉船事故, 失去所有装备. 此后, 他在没有任何政府资助的情况下, 在堪察加半岛生活了四年, 条件极其艰苦^[5]. 尽管如此, 他依然坚持开展植物、地理和人文方面的实地研究. 他编著的《堪察加地志(Описание земли Камчатки)》于 1755 年在其去世后不久出版, 详细记录了他在堪察加的考察成果, 内容涵盖自然环境、地理特征、动植物资源以及土著文化等多个方面^[11]. 该书被认为是 18 世纪俄罗斯最重要的地理学著作之一, 也是对堪察加半岛及西伯利亚北部早期自然历史研究的重大贡献. 以 Krasheninikov Stepan 命名的有驼绒藜属(*Krascheninnikovia* Gueldenst.)(苋科)和高山漆姑草(*Minuartia krascheninnikovii* Schischk.)(石竹科)等. Gmelin Johan、Steller Georg 和 Krasheninikov Stepan 的成就得到了林奈的高度评价, 1750 年他给 Krasheninikov Stepan 的信中写道: “在俄罗斯帝国, 十年间发现的未知草本植物数量超过整个世界半个世纪的发现总和”^[12].

18 世纪下半叶, 在俄罗斯科学院的推动下, 对北亚的自然调查日益深入, 有更多学者参与到野外探险工作中, 如 Falck Peter (1727- 1774, 瑞典博物学家)、Georgi Johann (1729-1802, 德国博物学家)和 Laxmann Erich(1737-1796, 德国博物学家)等. 其中 Falck Peter 和 Georgi Johann 参加了 Pallas Peter(1741-1811, 德国博物学家)领导的远征队. 这次远征历时六年(1768-1774 年), 穿越俄罗斯帝国的东南部和西伯利亚广大地区. 最具代表性研究成果是由 Pallas Peter 主编的《俄罗斯植物志(*Flora Rossica*, 1784-1788)》^[13]. 这本书是第一部涵盖俄罗斯全境的植物志, 物种命名遵循林奈的双名法规则, 共记录了 281 个物种, 并附有 100 幅手绘彩色插图. 然而, 此书仅出版了两卷, 未能完成全部内容的出版^[5]. 此外, Georgi

Johann 于 1775、1776、1780 和 1783 年以德文出版了《1772 - 1774 年俄罗斯帝国旅行记 (Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in den Jahren 1772-1774)》(共四卷), 书中详细描述了贝加尔湖地区的 658 种高等植物, 并附有 6 张植物图版^[14]. 在这份名录中, 有些新发现的物种比《俄罗斯植物志(*Flora Rossica*, 1784-1788)》更早被公布^[15]. 如果不考虑在林奈的双名法应用之前, 由 Gmelin Johan 主编的《西伯利亚植物志》(1747-1769)^[8], Georgi Johan 的这份贝加尔湖植物志考察报告可以视为整个北亚的第一份详细地方植物志^[5].

1.2 19 世纪北亚植物志书类编研进展

19 世纪最显著的进步是自然科学研究的不断发展, 推动了不同学科的分化. 博物学家被植物学家、动物学家和地质学家等专业学者取代, 北亚的科学考察变得更加专业和系统化, 同时也取得了更多的研究成果. 多个不同地理区域尺度的植物志相继问世.

19 世纪初, 德国植物学家 Ledebour Karl(1785-1851)、Meyer Carl(1795-1855) 和俄罗斯植物学家 Bunge Alexander(1803- 1890) 于 1826 年前往阿尔泰和准噶尔地区的考察取得了重要成果, 出版了《阿尔泰植物志(*Flora Altaica*)》(1-4 卷)^[16], 书收录了约 1,600 种植物, 其中 400 多种为首次描述的新种^[5].

19 世纪中叶, 最有影响力的作品是 Ledebour Karl 主编的《俄罗斯植物志 (*Flora Rossica*)》(1-4 卷; 1842-1853)出版^[17]. 这是俄罗斯帝国历史上第一部完整的植物志, 共包含 146 科、1,139 属、6,522 种植物^[4].

1828 年, 俄罗斯司法部派遣 Turczaninow Nikolai(1796- 1863)前往伊尔库茨克任地方官员. 凭借对植物学的兴趣和多年的野外考察积累, 他成为了著名的植物学家. 他的代表作《贝加尔-达乌里植物志(*Байкало-даурская флора*, 1842-1845, 1-2 卷)》记录了 1,454 种维管植物, 其中约 170 种为新发现物种^[18]. 俄罗斯植物学家 Maximowicz Carl(1827-1891)分别于 1856 年和 1859 年两次在俄远东黑龙江流域进行野外考察, 出版了第一部关于黑龙江流域的植物分类学专著《阿穆尔流域植物志初编(*Primitiae Florae Amurensis*)》^[19]. 书中描述了黑龙江流域 973 种植物, 其参考价值一直持续至今^[20]. 此外, 还有一些具代表性的地方志问世. 其中, 《阿扬植物志(*Florula Ajanensis*)》收录了鄂霍次克海沿岸的 354 种植物^[21]; 德

197 国植物学家 Regel Eduard 于 1861 年发表了《乌苏里地区植物志(*Flora des*
198 *Ussuri-Gebietes*)》，共记载 643 种植物^[22]；德国地质和植物学家 Friedrich
199 Schmidt(1832-1908)发表了《阿穆贡-布列亚河植物志(*Florula Amguno- Burejensis*)》
200 (收录了 479 种植物)^[23]和《萨哈林植物志(*Flora Sachalinensis*)》(收录了 589 种植
201 物)^[24]。

202 1882 年，德国植物学家 Trautvetter Ernst Rudolf von(1809-1889)发表了《俄罗
203 斯植物志(*Flora Rossica*)》(Ledebour, 1842-1853)的增补卷，即《俄罗斯被子植
204 物增补志(*Incrementa Florae Phaenogamae Rossicae*, 1-4 卷, 1882-1884)》，总共
205 更新至 6,106 个分类单元^[4, 25]。

206 1.3 20 世纪至今北亚植物志书类编研进展

207 20 世纪初，北亚植物多样性研究进入了系统积累和综合整理阶段。1908 年至
208 1914 年，俄罗斯帝国土地管理与农业总局移民部组织了 80 余次对西伯利亚和远
209 东地区的大规模考察，调查面积达 120 万平方公里，共采集植物标本约 20 万份
210 ^[5]。这些考察成果最终汇编于《亚洲俄罗斯植物志(*Флора Азиатской России*, 1-15
211 卷, 1912-1920)》^[26]。十月革命后，该书以新系列的形式继续出版了 3 卷(1-3 卷，
212 1923-1924) ^[27]。与此同时，俄罗斯科学院植物研究所标本馆出版了《西伯利亚与
213 远东植物志(*Флора Сибири и Дальнего Востока*, 1-6 卷, 1913-1931)》^[28]。然而，
214 这两个项目最终均未完成全部计划卷次的出版。俄罗斯植物学家兼教育家
215 Krylov Porfiry(1850-1931)主编出版了《阿尔泰和托木斯克省植物志(*Флора Алтая*
216 *и Томской губернии*, 共 7 卷, 1901-1914)》^[29]，收录了 1,787 种维管植物。在此
217 基础上，Krylov Porfiry 又率领团队编撰了《西西伯利亚植物志(*Флора Западной*
218 *Сибири*, 共 12 卷, 1927-1949, 1961-1964)》，收录 2,838 种植物^[30-31]。其中第
219 12 卷是在 Krylov Porfiry 去世后，由其学生 Sergievskaya Lydia(1887-1970)整理出
220 版。俄罗斯著名植物学家 Komarov Vladimir(1869-1945)于 1895 至 1897 年在俄罗
221 斯远东地区进行考察，发表了《*Флора Маньчжурии*, 1-3 卷, 1901-1907)》^[32]。此
222 后，该书被翻译成日语《*Komarov's Flora Mandshuricae*, 1-7 卷, 1927-1932)》
223 出版^[33]。这套书在 1949 至 1950 年间被纳入《V. L. 科马罗夫选集(*В. Л. Комаров*
224 *Избранные Сочинения*)》第 3 至 5 卷中再次出版^[34]。全书包括 1,663 个高等植物

225 分类单元, 其中包括一些来自中国东北沿中东铁路调查采集的物种^[34]. 2025 年,
226 韩国首尔大学的 Chang 等学者整理 V.L. Komarov 于 1895 至 1897 年在俄罗斯远
227 东、中国东北和朝鲜的植物考察记录, 数字化了植物标本和观测数据, 发布了一个
228 包含 21,114 条原始记录、6,956 份标本和 14,158 条观察记录的数据集^[35]. 该数
229 据集对俄罗斯远东及中国东北地区的植物学研究具有一定参考价值. 1937 年,
230 《乌拉尔植物志(*Flora of Ural*)》出版, 包含了分布于整个乌拉尔山脉(包括欧洲
231 坡面和亚洲坡面)的植物 1,574 种^[36]. 1994 年, 《中乌拉尔维管植物手册
232 (Определитель сосудистых растений Среднего Урала)》出版, 收录了约 2,000 种
233 (和亚种)维管植物^[37]. 但整个乌拉尔地区的植物志, 至今没有新版问世.

234 20 世纪中 30 年代, 俄罗斯科学院植物研究所主导了《苏联植物志(*Флора*
235 *СССР*)》的编纂工作. 最初由著名植物学家 Komarov Vladimir 担任主编, 随后由
236 Schischkin Boris(1886–1963)接任, 最后由 Bobrov Eugene(1902–1983)负责^[38]. 这
237 项前所未有的工作有效整合了整个苏联的植物学数据资源(包括北亚), 历经 30
238 年, 完成《苏联植物志(*Флора СССР*, 1934–1964, 1-30 卷)》^[39]. 这套植物志收
239 录了苏联 160 科 1,676 属 17,520 种高等植物(其中, 约 1,800 种是新描述的)^[40]. 尽
240 管我们没有统计出《苏联植物志》中关于北亚植物的确切数量, 但在这套书的总
241 论中列出了 14 个亚洲地区的物种数量: 西伯利亚西部-鄂毕河(Ob River)流域
242 (1,150 种), 上托博尔河(Upper Tobol River)流域(1,363 种), 伊尔蒂什河(Irtish River)
243 流域(1,600 种), 阿尔泰地区(2,171 种); 东西伯利亚- 贝加尔湖-科雷马地区(1,185
244 种), 安加拉河(Angara River)-萨彦山脉(1,909 种), 达乌里地区(Dauria
245 Region)(1,666 种); 远东- 堪察加半岛(919 种), 鄂霍次克地区(640 种), 结雅-布
246 列亚地区(1,192 种), 乌达河(Uda River)地区(767 种), 乌苏里地区(1,784 种), 萨
247 哈林岛(1,123 种)^[41]. 《苏联植物志(*Flora of the USSR*)》的英文翻译工作由美国史
248 密森研究院(Smithsonian Institution)主持, 从 1964 年至 1993 年, 完成了全部 30
249 卷的英文翻译与出版, 2004 年又出版了该套书的字母索引卷^[42]. 《苏联植物志》
250 已成为苏联地区最具权威性的植物志之一, 不仅为境内各区域植物志的后续编撰
251 奠定了坚实基础, 也为北半球北部及温带地区植物资源的研究提供了重要参考,
252 在国际植物学界得到广泛应用, 具有里程碑式意义.

253 此外,一些具有重要影响力的区域性植物志也相继问世。《苏联北极植物志
254 (*Arctic Flora of the USSR*, 1960–1987, 共 10 卷)》是一部记录苏联北极地区苔原
255 和森林苔原地带植物多样性的代表性著作,历经近 27 年才完成^[43]。全书收录了
256 维管植物 72 科、351 属、1,762 种和亚种。此后, Sekretarev Nadezhda 于 2004 年
257 更新了俄罗斯北极及毗邻地区的维管植物名录,修订名录包括 99 科、435 属、
258 1,805 种和亚种^[44]。

259 20 世纪 80 年代和 90 年代出版了两部具有重要意义区域性植物志书:《苏
260 联远东地区维管植物(*Vascular Plants of the Soviet Far East*, 1985–1996, 共 8 卷)》
261 ^[45]和《西伯利亚植物志(*Flora of Siberia*, 1987–2003, 共 14 卷)》^[46]。《苏联远东
262 地区维管植物》共收录 158 科、962 属、4,178 种维管植物,并将俄罗斯远东划
263 分为 20 个物种分布区^[45,47]。2006 年出版的《俄罗斯远东维管植物志》补遗卷,
264 新增记录了 4 科、26 属、219 种维管植物,其中包括 30 个新描述的分类单元^[48]。

265 《西伯利亚植物志》由现代俄罗斯植物学家 Malyshev Leonid(1931–2014)主编,
266 共收录 137 科 842 属 4,510 种植物,研究范围覆盖了北亚三分之二的区域,主要
267 依据行政区划分为 28 个物种分布区^[46]。值得注意的是,《西伯利亚植物志》涵
268 盖的地理范围包括现代西伯利亚联邦管区和大部分乌拉尔联邦管区,但不包括斯
269 维尔德洛夫斯克州(Sverdlovsk Region)和车里雅宾斯克州(Chelyabinsk Region)^[41]。

270 此外, Baikov 等(2005)发布《西伯利亚维管植物名录(Checklist of flora of Siberia:
271 Vascular plants)》,对《西伯利亚植物志》中的部分类群进行了分类修订,共列
272 出 4,587 种和亚种,隶属于 145 科 848 属^[49]。遗憾的是,这一名录将《西伯利亚
273 植物志》(1987–2003)(1–14 卷)^[45]中的 28 个物种分布区合并为 7 个更大区域进行
274 描述,降低了物种分布的精细度,从而限制了该书的使用范围^[4]。

275 2012 年,北亚历史上第一部完整的《俄罗斯亚洲维管植物名录(*Conspectus*
276 *Florae Rossiae Asiaticae: Plantae Vasculares*)》问世^[50]。本书的作者们完成了将
277 《西伯利亚植物志》(1987–2003)^[46]和《苏联远东地区维管植物》(1985–1996;
278 2006)^[45, 48]融合成一个分类体系的艰巨任务,收录了 191 科 1,187 属 6,961 种和
279 亚种。然而,本书按照 Malyshev 等人(2000)提出的植物区系的划分方法,将原本
280 在两个植物志中使用的 48 个区域合并为 13 个“植物区”^[51],这也导致部分物种

的分布信息丢失^[4]。值得一提的是, 尽管 Malyshev 等(2000)将《西伯利亚植物志》^[46]遗漏的斯维尔德洛夫斯克州和彼尔姆边疆区(Perm Krai, 地跨欧洲和亚洲分界线, 行政上隶属于伏尔加河沿岸联邦管区)补充至北亚 13 个植物分布区中, 但维管植物名录中仅参考了《中乌拉尔维管植物手册》^[37]中的数据, 加入了彼尔姆边疆区的信息, 却没有考虑补充斯维尔德洛夫斯克州的数据^[4]。

目前, 北亚的 27 个一级省级分布区中, 只有克拉斯诺亚尔斯克边疆区、哈卡斯共和国(Republic of Khakassia)和库尔干州(Kurgan Region)尚未编制植物志, 其余地区的地方植物志已经全部出版^[4]。

1.4 中国学者开展涉及北亚地区植物多样性的研究回顾

中国学者对北亚植物多样性的系统研究起步较晚, 主要始于 20 世纪 80 年代改革开放后。近年来, 随着“一带一路”倡议的推进, 学者们更加重视北亚乃至整个亚洲的植物多样性研究与保护, 如提出了 MAP(Mapping Asia Plants)计划^[52], 并取得了一些值得关注的进展。

目前, 中国学者关于北亚地区的植物多样性的研究主要集中在植物区系地理、东亚与北美之间的植物地理关系, 以及植物多样性编目等方面。由于篇幅限制, 本文重点回顾几项具有代表性的研究进展。

已有多项研究从不同角度揭示了北亚和东亚植物区系之间的系统演化关系。吴征镒等(2005)将中国种子植物区系划分为四个区、七个亚区、24 个地区和 49 个亚地区, 其中东亚植物区(Fastern Asiatic Kingdom)被从传统的泛北极植物区(Holarctic Kingdom)中独立出来。苏联植物学家 Wulf Evgeny(Вульф Евгений)曾提出, 中国植物区系起源于北极地区, 经日本延伸至达喜马拉雅山脉, 然后向东部和南部扩展。与之不同, 吴征镒等认为, 东亚植物区系受中纬度北极第三纪区系的影响, 其起源于劳亚古陆的南缘, 是一个古老的植物区系, 不应归入泛北极区的范畴^[53]。此外, 孙航团队(2018)基于分子和化石数据进一步指出, 东亚植物区系可能具有多重生物地理起源, 其成分来源复杂, 与北半球其他植物区系关系密切, 也是北半球植物多样性的重要避难所^[54]。

东亚-北美间断分布是北半球温带植物区系中的典型生物地理模式, 一直研究的热点问题之一。文军和 Stuessy(1993)提出了四个假说来解释东亚与北美植物

间断分布的成因，其中之一即为“陆桥假说”，认为物种曾通过白令陆桥实现东亚与北美之间的双向迁移^[55]。这一假说已在豆科香槐属 (*Cladrastis*, Fabaceae)和唇形科龙头草属(*Meehania*, Lamiaceae)等多个类群中得到证实^[56-57]。Qian Hong 和 Ricklefs Robert(2000)探讨了在第三纪气候变化的背景下，东亚和北美植物区系的演化过程。他们认为，第三纪中晚期气候变冷使原本连续分布的温带植物类群迁移至在白令陆桥南部，进而形成地理隔离，促使物种发生分化。此外，东亚地区的物种多样性普遍高于北美，可能与地形异质性、气候波动、海拔梯度以及海平面变化等多种环境因子的共同作用有关，这些因素为物种通过地理隔离实现进化辐射提供了有利的生态背景^[58]。

在 MAP(Mapping Asian Plants)计划的资助下，本文作者团队与俄罗斯学者合作构建了北亚维管植物数据库和珍稀濒危维管植物数据库^[59-60]。并于 2024 年出版了《*Checklist of Vascular Plants of North Asia*(北亚维管植物名录)》^[59]。该名录收录了 162 科、1,151 属、6,459 种、487 亚种和 176 变种。其中包括 545 个外来种，68 种栽培植物^[59]。数据显示，北亚 27 个一级行政区的维管植物分布存在不均衡(图 1)。例如，楚科奇自治区记录 68 科 272 属 1,008 种，亚马尔-涅涅茨自治区为 72 科 252 属 719 种，而滨海边疆区(Primorsky Territory)则高达 144 科、799 属、2,544 种^[59]。此外，物种的分布频率也呈现不均一格局，共有 1,709 个物种(包括变种和亚种)为单一省级区域内的狭域分布种，占总数的 25.93%。其中，狭域物种占比较高的地区包括萨哈林州(18.99%)、楚科奇自治区(14.88%)、滨海边疆区(12.26%)和车里雅宾斯克州(7.40%)(图 1)^[59]。总体而言，北亚维管植物多样性较高的地区是主要集中于滨海边疆区、哈巴罗夫斯克边疆区(Khabarovsk Territory)、萨哈林州(Sakhalin Region)、车里雅宾斯克州和阿尔泰边疆区(Altai Territory)。这些地区通常地处沿海或山地，生境异质性较高，气候条件相对优越，有利于生物的生存与进化^[61]。相比之下，亚马尔-涅涅茨自治区(Yamal-Nenets Autonomous Area)和楚科奇自治区(Chukotka Autonomous Area)等北极地区环境严酷，物种多样性水平较低。然而，楚科奇自治区的狭域分布种比例相对较高，占该区维管植物总数的 14.88%。这些狭域分种主要为极地特有类群，如柳属

(*Salix* L.)、委陵菜属(*Potentilla* L.)、蒲公英属(*Taraxacum* L.)和棘豆属(*Oxytropis* DC.)等,体现了北极苔原植被的典型特征^[43].

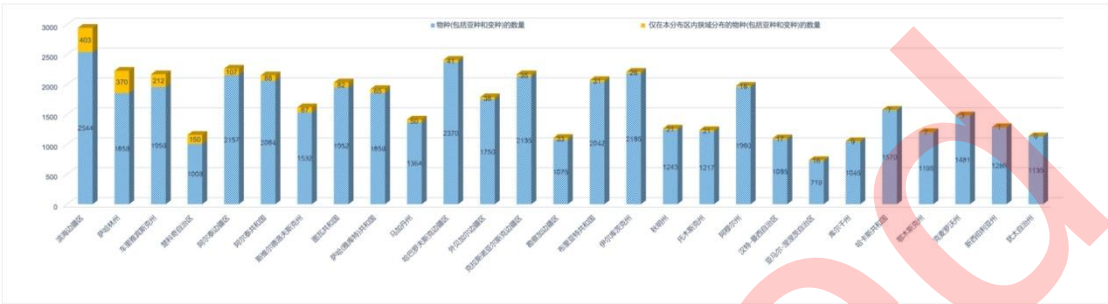


图 1. 北亚 27 个省级行政区维管植物物种(包括亚种和变种)的数量及仅在本分布区内狭域分布的物种(包括亚种和变种)的数量(数据来自 Xue 等 2024^[59])
Figure 1. The number of vascular plant taxa (including subspecies and varieties) in the 27 provincial regions of North Asia and narrowly distributed taxa (including subspecies and varieties) confined to each region (The data are from Xue *et al.* (2024)^[59])

北京大学王志恒团队与俄罗斯学者 Brianskaia Elena(2021)合作,发布了包括 31 科 106 属 231 个种的北亚高山特有植物数据集^[62]. 该团队还建立欧亚大陆东部毛茛科 1,688 种植物的数据库,数据的空间分辨率为 100 km × 100 km. 研究表明,欧亚大陆东部毛茛科植物的物种和谱系多样性呈现明显的纬度格局,且在山区的多样性较高. 这种多样性格局受现代气候、地形异质性和末次冰期以来气候变化的共同影响,但不同影响因子的相对贡献率差异显著. 此外,毛茛科中高纬度地区的谱系多样性高于给定物种数的预期,表明这些地区是毛茛科的古热点,应予以保护和关注^[63]. 王思琪(2024)将 Baikov(2012)《亚洲俄罗斯维管植物名录》^[50]中 6,961 种(及亚种)(涉及 13 个物种分布区)整合进东北亚维管植物名录,构建了一个包含 227 科、1,928 属 13,271 种及种下分类群的数据集. 该研究首次界定了东北亚植物多样性分布格局的三个梯度,其中北亚位于第三梯度,并提出纬度梯度、大陆性气候特征和降水是影响植物多样性分布格局的主要因素^[64].

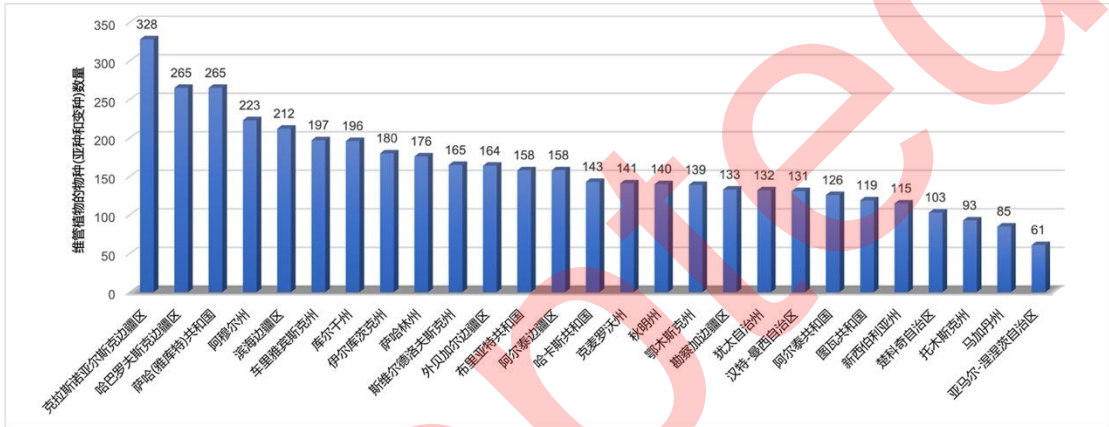
2. 北亚珍稀濒危植物多样性研究进展

物种的红色名录是反映这些物种的生存状况、受威胁程度以及制定对其实施科学有效的保护利用策略的重要依据。自 1963 年以来,世界自然与自然资源保护联盟(IUCN)一直更新全球濒危物种红色名录(<https://www.iucnredlist.org/search>)。

苏联第一部植物红色名录于 1975 年由苏联科学院植物研究所和全联盟植物学会编撰出版^[65],记录了约 600 种维管植物,其中包括西伯利亚的 56 种和俄罗斯远东地区的 85 种^[60]。1978 年,苏联农业部出版了首部官方红色名录《苏联本土植物保护物种红皮书(Red Book Native Plant Species Protected in the USSR)》^[66],收录了维管植物 437 种及亚种。1984 年,该红皮书发布了第二版,共列入 465 种维管植物(包括 14 种蕨类植物、11 种裸子植物和 440 种被子植物)^[67]。1988 年《俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国红皮书-植物卷(Красная Книга РСФСР: растения)》出版,收录了 465 种维管植物^[68]。2006 年,俄罗斯联邦自然资源部发布了《俄罗斯联邦红皮书维护的指导建议(Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации)》(编号为 02-12-53/5987)^[69]。该文件详细规定地方红皮书的编写流程及其功能,包括文件结构、物种描述、监测工作安排以及再版频率。2008 年发布了《俄罗斯联邦红皮书-植物和真菌卷(Красная Книга Российской Федерации (растения и грибы))》,共有 514 种维管植物(包括 474 种被子植物,14 种裸子植物和 26 种蕨类植物),占俄罗斯维管植物总数的 4%以上^[70]。2024 年,俄罗斯发布最新版《俄罗斯联邦红皮书:植物与真菌(Красная Книга Российской Федерации Растения и Грибы)》^[71]。该红皮书的科学编撰工作由俄罗斯科学院 V.L.科马罗夫植物研究所承担,共有来自 65 个单位的约 200 名专家参与,协调由俄罗斯自然资源部下属的统一科学中心(ВНИИ Экология)负责。本书依据俄罗斯联邦国家标准^[69]及《IUCN 红色名录类别与标准使用指南》14 版(2019 年)中的濒危等级评估标准,对原有名录进行了系统性复审,剔除了 101 个已无灭绝风险的类群,新增 166 个处于受威胁状态的物种或亚种,最终收录 741 种植物与真菌类群。其中维管植物类群共计 516 种,包括 478 种被子植物、14 种裸子植物和 24 种蕨类植物^[71]。该名录已成为俄罗斯植物资源保护领域的最新权威科学依据。

目前, 俄罗斯的所有地区(一级行政区)均已编制正式版红皮书, 每 10 至 15 年修订一次, 许多地区已发布第二版或第三版.

为了解北亚的受胁物种的多样性组成、地理分布格局、受胁现状及其影响因素, 我们对 27 个省级地方红皮书中的维管植物红色名录进行了数字化整合, 构建了北亚珍稀濒危维管植物数据库. 该数据库包含 143 科 171 属 2,079 种、160



亚种和 53 变种^[60]. 不同省级地方红皮书中的维管植物数量有所不同, 范围从 61 至 328 种(亚种和变种)(图 2)^[60].

图 2. 北亚 27 个省级地方红皮书中的维管植物数量(数据源来自 Xue 等 2024^[60])
Figure 2. The number of vascular plant species listed in the Red Data Books of the 27 provincial regions in North Asia(The data are from Xue *et al.* (2024)^[60])

进一步分析结果显示, 当前 IUCN 红色名录物种评估标准在北亚地区的应用存在不一致性. 目前, 只有滨海边疆区采用了 IUCN 评估标准; 布里亚特共和国和车里雅宾斯克州同时使用了 IUCN 和俄罗斯国家标准, 而其他 24 个地区则仅使用了俄罗斯国家标准进行红色名录评估. 北亚近三分之一的维管植物被列入地方红皮书, 这一比例较高的原因主要包括以下两点: 首先, 一些实际上并未面临灭绝威胁且不需要特殊保护的物种被错误地列入红皮书^[60]; 其次, “稀有(rare)”与“濒危(endangered)”物种的概念常被混淆. 许多被列为“稀有”物种的植物并不一定是“濒危”物种. 物种的稀有性通常与自然特征或生态特性有关. 这些物种往往不面临威胁, 因此保护管理措施对它们的丰富度(species richness)影响有限^[60]. 此外, 我们还统计了 6,679 条威胁因素记录, 其中 66% 的威胁来源于人类活动和

自然灾害等外部风险因素，32%的威胁与物种自身的生物学特征和生态习性相关
[60].

3. 北亚馆藏植物标本的现状

1885 年，俄罗斯植物学家和教育家 Krylov Porfiry(1850-1931)在托木斯克国立大学创建了北亚地区第一个植物园和植物标本馆(现名 П. Н. Крылова 标本馆). 目前在俄罗斯境内的植物标本馆准确数量尚不清楚，因为并非所有标本馆的信息都可获得. 在国际网站 Index Herbariorum (<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>) 上注册了 145 个俄罗斯的植物标本馆. 另外，还有 103 个未在 Index Herbariorum 网站上注册的植物标本馆的信息可以在俄罗斯的标本馆信息系统 Index Herbariorum Rossicum (<https://www.binran.ru/resources/current/herbaria/index-eng.html>) 中找到. 除此之外，在互联网上还找到另外五个植物标本馆的信息. 因此，我们总共统计出 253 个俄罗斯植物标本馆的信息，这些标本馆中保存了超过 1,970 万份种子植物、苔藓植物、真菌、地衣和藻类标本. 绝大多数植物标本馆规模较小，超过 80%的标本馆收藏量少于 5 万份. 俄罗斯规模较大的植物标本馆(数量在 20 万份及以上)共有 14 个(见表 1). 据统计，俄罗斯这 14 个较大的植物标本馆中保存了约 1,360 万份标本，约占全国植物标本总量的 70%.

表 1. 俄罗斯馆藏量大于 20 万份的标本馆名录 ^{a)}

Table 1. List of Herbaria in Russia with more than 200,000 Specimens

序号	英文及缩写	标本馆名称及 所在城市	标本数量 (份)	创立时间 (年)
1	Herbarium of Vascular Plants, V. L. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences (LE)	俄罗斯科学院 V. L. 科马 罗夫植物研究所维管植 物标本馆，圣彼得堡	7,630,000	1823
2	Herbarium of the Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University(MW)	莫斯科国立大学生物 系标本馆，莫斯科	1,109,606	1765
3	Herbarium of the Department	圣彼得堡国立大学植物	800,000	1823

	of Botany, Saint Petersburg State University (LECB)	系标本馆, 圣彼得堡		
4	A. K. Skvortsov Herbarium, N. V. Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences (MHA)	俄罗斯科学院 N.V.齐茨主植物园 A.K.斯克沃尔佐夫标本馆, 莫斯科	610,000	1958
5	Herbarium of the Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (VLA)	俄罗斯科学院远东分院生物-土壤研究所标本馆, 海参崴	521,500	1916
6	P. N. Krylov Herbarium (TK)	托木斯克国立大学 P.N.克雷洛夫标本馆, 托木斯克	500,000	1885
7	Scientific Herbarium of the Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences(SYKO)	俄罗斯科学院乌拉尔分院科米科学中心生物研究所科学标本馆, 希克特夫卡尔	407,000	1941
8	Herbarium of the Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, named after I. M. Krasnoborov(NS)	俄罗斯科学院西伯利亚分院中央西伯利亚植物园 I.M.克拉斯诺博罗夫标本馆, 新西伯利亚	400,000	1946
9	Herbarium of Cultivated Plants, Their Wild Relatives, and Weeds, N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (WIR)	N.I.瓦维洛夫全俄植物栽培科学研究所世界栽培植物、其野生亲缘种及杂草标本馆, 圣彼得堡	376,825	1923
10	Professor I. V. Pokrovsky Herbarium, Department of Botany, Southern Federal University (RV)	南方联邦大学植物系 I.V.波克罗夫斯基教授标本馆, 顿河畔罗斯托夫	350,000	1936
11	Herbarium of Altai State University(ALTU)	阿尔泰国立大学标本馆, 巴尔瑙尔	300,000	1988
12	M. G. Popov Herbarium, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the	俄罗斯科学院西伯利亚分院中西伯利亚植物园 M.G.波波夫标本馆, 新西	250,000	1951

	Russian Academy of Sciences	伯利亚		
	(NSK)			
13	Herbarium of the Siberian	西伯利亚植物生理与生	200,000	1951
	Institute of Plant Physiology and	化研究所标本馆, 伊尔库		
	Biochemistry(IRK)	茨克		
14	I. P. Borodin Herbarium, Saint	圣彼得堡林业技术学院	200,000	1803
	Petersburg State Forest Technical	I.P.博罗金标本馆, 圣彼得		
	Academy(KFTA)	堡		
		合计	13,654,931	

a) 信息来源: Index Herbariorum; URL: <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

植物标本数字化是获得精准物种分布信息的重要来源。在俄罗斯, 植物标本数字化的工作相对较晚才开始。截至目前, 只有少数几个地区拥有重要的生物多样性数据库。2014 至 2016 年, 俄罗斯的几个大型标本馆获得了美国安德鲁·梅隆基金会(Andrew W. Mellon Foundation)提供的设备和资金支持, 首次启动植物标本的数字化工作。最先从扫描模式标本开始, 扫描后的标本信息可以在 JSTOR Global Plants(<https://plants.jstor.org/>)网站上获取^[72]。随着扫描技术的发展和专用设备的更新, 植物标本的数字化进程加快。如今, 俄罗斯共有 24 个植物标本馆已全部或部分实现数字化(见附表 1)。目前, 已数字化并在线共享的标本接近 200 万份, 约占俄罗斯所有植物标本总数的 10%。其中, 唯一一个完全实现数字化的植物标本馆是莫斯科国立大学的植物标本馆。在该馆馆长 Seregin Alexey 教授的组织下, 超过 100 万份来自世界各地的植物标本被扫描, 并在莫斯科大学创建了一个名为“诺亚方舟(Ноев Ковчег)”的数字植物标本馆平台(<https://plant.depo.msu.ru>), 用于存储扫描后的标本。这一平台是俄罗斯最大的数字标本馆, 保存来自 9 个不同地区标本馆的 130 万份标本图像, 占俄罗斯数字化植物标本总量的 65%。

4. 北亚植物多样性研究展望

4.1 植物多样性及其地理分布研究

尽管北亚地区地域辽阔, 且北部广泛分布着自然条件严酷、难以人类涉足的区域, 但经过 300 余年的科学探索与研究, 多代科学家的不懈努力使得该区域的

植物多样性数量得到了较为全面的描述. 以省级地方志为例, 除乌拉尔山北部的亚马尔-涅涅茨自治区物种数量为 719 种外, 其余省级分布区内的物种数量均超过 1,000 种, 其中滨海边疆区的物种数量最高, 达到 2,544 种^[59]. 据统计, 目前在北亚至少有 300 部不同地理范围尺度(如国家、省级、保护区等)的植物志书、名录类的书籍出版^[4]. 尽管如此, 仍存在一些亟待解决的问题. 首先, 数据分散在多个文献和资料库中, 并且划分物种分布区的标准不一致. 未来重要的任务是将这些零散的数据整合为一个数据库, 支持区域和全球范围内的数据访问和分析. 其次, 物种分布信息在区域之间存在不平衡. 一些偏远和难以到达的区域(如北部高纬度地区), 植物分布信息相对较少, 且北部地区的植物种类较少, 研究人员关注也较少. 通常, 物种分布区的最小地理单元的大小向北增加^[4]. 例如, 在阿尔泰边疆区(面积 16.8 万平方公里)的地方志中, 物种分布区域被划分 61 个行政区单元^[73], 而在萨哈(雅库特)共和国(面积 308.35 万平方公里)只划分了 8 个植物分布区^[74], 导致高纬度地区植物分布信息的精确性较低. 这些不平衡现象的原因直接与北方地区的低人口密度、难以到达以及植物多样性较低有关. 因此, 加强对北部区域的研究尤为重要. 第三, 俄罗斯的许多分类学家遵循“科马罗夫狭义物种概念”, 将小的种群作为独立物种区分. 这种方法在区域性植物研究中有助于深入了解植物多样性, 但在更大范围的研究中可能导致物种划分过细, 影响分类的一致性和可比性. 因此, 建议采用更广义的物种概念, 在分类和命名上采用符合国际标准的体系, 以便与全球植物多样性研究接轨. 最后, 克服语言障碍, 实现多语言支持也至关重要. 大部分研究成果以俄文发表, 难以为国际学术界所用, 这限制了北亚植物多样性信息的国际共享. 因此, 建议为主要研究成果增加多语言支持, 尤其是英文翻译, 以便更广泛地共享研究成果.

4.2 植物红色名录评估中存在的问题

北亚 27 个省级地区均编制出版了植物红皮书, 且大多数地区每 10 年更新一次, 这为中国的植物保护工作提供了有价值的借鉴. 尽管如此, 在植物红色名录的编研方面, 北亚仍需要优化现有策略, 并采用更加科学和严格的标准. 现存问题及改进建议如下: 第一, 保护名录分类标准不一致. 北亚 27 个地区的红色名录对濒危植物的评估标准缺乏统一性, 部分地区未严格遵循 IUCN 的濒危评估标

准，导致收录的植物数量过多，其中部分物种并不符合实际的濒危标准。建议全面采用 IUCN 的濒危物种评估框架，以提升名录的科学性和一致性，确保保护工作的有效性。第二，“稀有”与“濒危”概念的混淆。一些地区存在将“稀有”物种等同于“濒危”物种，导致许多并无实际灭绝威胁的物种被纳入保护范畴^[60]。建议重新明确“稀有”与“濒危”的定义，仅对真正面临灭绝威胁的物种开展保护。第三，自然因素导致的有限分布与濒危保护的区分。一些植物因气候、地形等自然因素的限制导致分布范围较小。第四，植物学研究的不足。北亚地区的植物学研究仍存在不足，植物分布与生态环境的基础数据不完备。建议加大研究投入，系统更新植物分布与生态数据，为濒危植物的科学保护提供可靠依据。

4.3 推进标本数字化

俄罗斯拥有多座在国际植物学界享有重要地位的植物标本馆，如俄罗斯科学院科马罗夫植物研究所标本馆(LE)、莫斯科国立大学生物系标本馆(MW)和圣彼得堡国立大学植物系标本馆(LECB)等。这些标本馆历史悠久，标本存量丰富，涵盖全球各地的植物标本，具有重要的科学和历史价值。据我们不完全统计，俄罗斯全国收藏至少 1970 万份植物标本。这些标本不仅在俄罗斯国内具有重要地位，也是全球植物多样性研究和保护的宝贵资源。为了加速俄罗斯植物标本的数字化进程并提升数据利用效率，需重点解决以下问题：(1)加快数字化进程。目前，俄罗斯仅约 10%的植物标本完成了数字化，与全国庞大的标本总量相比，数字化覆盖率严重不足。建议加大投入，加快植物标本的数字化进程。(2)打破区域发展不平衡。目前仅少数获得国际资助的大型植物标本馆实现了部分数字化，而资源匮乏的中小型标本馆在数字化进程中明显滞后。建议设立国家级植物标本数字化专项基金，为中小型标本馆提供设备、技术和资金支持，推动标本馆间的均衡发展。(3)数据共享不足。尽管部分标本数据已经公开发布在诸如 JSTOR Global Plants 等国际数据库上，但仍有大量标本信息未实现在线共享。建议建立一个统一的国家级数字化植物标本数据库，整合各标本馆的数字化成果，提升数据的共享性和利用效率。(4)技术设备更新换代。许多标本馆现有的数字化设备和扫描技术较为落后，导致标本图像质量和信息完整性难以满足现代研究需求。建议引入先进的数字化技术和高性能扫描设备，并定期对硬件设施进行升级，以确保标本

数字化成果的高质量. (5)专业技术人才短缺. 数字化工作对专业技术人员有较高要求, 而许多标本馆在数字化人才储备方面存在明显不足, 这制约了数字化工作的可持续发展. 建议通过设立专项培训项目, 提升植物标本馆工作人员的技术能力, 培养数字化领域的专业人才队伍. 通过上述改进措施, 俄罗斯植物标本馆的数字化水平有望得到显著提升, 从而推动植物多样性数据的系统化整合与广泛利用, 为全球植物学研究提供更加完整和可靠的数据支持.

参考文献

- [1] Kotlyakov V M. Geography of Russia: Nature Resources Ecological Issues. Moscow: Publisher: Higher School, 1996 (Котляков В М. География России: природа, ресурсы, экологические проблемы. Москва: Издательство Высшая школа, 1996) (In Russian)
- [2] Ogureeva GN. (ed.) Zones and altitudinal zonality types of vegetation of Russia and adjacent territories. Map 1: 8 000 000. Moscow: Ecor, Moscow, 1999 (Огуреева Г.Н. (ред.) Зоны и высотные зональности типов растительности России и прилегающих территорий. Карта 1: 8 000 000. Москва: Экор Москва, 1999) (In Russian)
- [3] Bartalev S A, Egorov V A, Ershov D V, et al. Satellite mapping of vegetation cover in Russia based on MODIS spectroradiometer data. Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space. 2011, 8(4): 285-302 (Барталев С А, Егоров В А, Ершов Д В, et al. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011, 8(4): 285-302 (In Russian)
- [4] Xue J H, Chepinoga V V, Liu Y, et al. Mapping Asia Plants: Historical outline and review of sources on floristic diversity in North Asia (Asian Russia). Global Ecology and Conservation, 2020, 24: e01287
- [5] Malyshev L I. At the sources of botanical researches in Siberia. Krylovia, 1999, 1(1): 120–128 (Мальшев Л. И. У истоков ботанических исследований в Сибири. Krylovia, 1999, 1(1): 120–128) (In Russian)
- [6] Borodin I P. Collectors and Collections of Siberian Flora. St. Petersburg: Printing House of the Imperial Academy of Sciences, 1908. 78 (Бородин И П. Коллекторы и коллекции по флоре Сибири. Санкт-Петербург: Типография Императорской Академии Наук, 1908. 78) (In Russian)
- [7] Messerschmidt D G. Forschungsreise durch Sibirien, 1720-1727. Th. 1-5. Berlin: Akademie Verlag, 1962-1974. 379 (In German)

- [8] Gmelin J G. *Flora Sibirica sive Historia plantarum Sibiricae*. Vol. 1-4. St. Petersburg: Ex. typographia Academiae scientiarum, 1747–1769 (In Latin)
- [9] Litvinov D I. *Bibliography of Siberian Flora*. St. Petersburg: Printing House of the Imperial Academy of Sciences, 1909. 57 (Литвинов Д.И. Библиография флоры Сибири. Санкт-Петербург: типография Императорской Академии наук, 1909. 57) (In Russian)
- [10] Ledebour C.F. *Commentarius in Gmelini J G ed. Floram sibiriam*. Denkschriften Botan. Gesellschaft zu Regensburg. T. 3. 1841. 43-138 (In Latin)
- [11] Krasheninnikov S.P. *Description of the Land of Kamchatka*. St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences, 1755. In 2 vols: Vol. 1 –438; Vol. 2 –319 (Same edition reprinted in 1949. Moscow and Leningrad. 842 pp.) (Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. СПб.: Императорская Академия наук, 1755. В 2 т.: Т. 1.438;Т.2.319 (То же: 1949. М.;Л. 842) (In Russian)
- [12] Pasencmne K E. *Correspondence of Carl Linnaeus with S.P. Kraschennikov*. Carl Linnaeus (On the 250th Anniversary of His Birth). Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1958. 237 (Рязанская К В. Переписка Карла Линнея с С.П. Крашенинниковым. Карл Линней (К. 250-летию со дня рождения). Москва: Издательство Академии наук СССР, 1958. 237 (In Russian)
- [13] Pallas P S. *Flora rossica, seu stirpium Imperii rossici per Europam et Asiam indigenarum descriptiones et icones*. T. 1-2. St. Petersburg: Imperial Printing House of J.J. Weitbrecht, 1784-1788. 80 +114 (In Latin)
- [14] Georgi J G. *Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in den Jahre 1772-1774*. Bd. 1-4. S. Petersb : Imperial Academy of Sciences, 1775, 1776, 1780, 1783. 506 (In German)
- [15] Bobrov E. G. *Forgotten species of I. I. Georgi from the Baikal flora*. Botanicheskii Zhurnal, 1960, 20: 3-22 (Бобров Е Г. Забытые виды И И. Георги из Байкальской флоры. Ботанический журнал, 1960, 20: 3-22) (In Russian)
- [16] Ledebour C F, Meyer CA, Bunge A. *Flora altaica*. Berlin: G. Reimer. 1829-1834. В 4 т.: Т. 1. 440; Т. 2. 464; Т. 3. 368; Т. 4. 336 (In Latin)
- [17] Ledebour C F. *Flora Rossica*. V. 1–4. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1842–1853 (In Latin)
- [18] Turczaninow N. *Flora baicalensi- dahurica*. (fasc. 1-2). Moscow: A. Semen, 1842-1845. T. 1. 544; T. 2. 436+374 (In Latin)
- [19] Maximowicz C J. *Primitiae Florae Amurensis: Versuch einer Flora des Amur-landes*. St.-Petersburg : Imperial Academy of Sciences Printing House, 1859. 504 (In Latin)
- [20] Starchenko V M. *Flora of the Amur Oblast and its protection: Russian Far East*. Moscow: Nauka, 2008. 228 (Старченко В. М. 2008. Флора Амурской области и вопросы ее охраны: Дальний Восток России. Москва: Наука. 228) (In Russian)

- 576 [21] Regel E, Tiling H. *Florula ajanensis*. Aufzählung der in der Umgegend von Ajan.
577 wildwachsenden Phanerogamen und höheren Cryptogamen, nebst Beschreibung einiger neuer
578 Arten und kritischen Bemerkungen über verwandte Pflanzen-Arten. *Nouv. Me m. Soc. Natur.*
579 *Moscou*, 1859, 11 (17): 1-128. (In German)
- 580 [22] Regel E A. *Flora des Ussuri-Gebietes*. St.-Petersburg: Eggers und Comp, 1861. 228 (In German)
- 581 [23] Schmidt F. *Florula Amguno-Burejensis* oder botanische Ausbeute auf einer Reise den Amgun
582 hinauf über das Bureja-Gebirge und die Bureja hinab bis zum Amur. In: Schmidt, F., *Reisen im*
583 *Amur-Lande und auf Insel Sachalin*. *Mem. Acad. Sci. St.-Petersb*, 1868, 12 (7) : 7-78 (In German)
- 584 [24] Schmidt F. *Flora Sachalinensis*. In: Schmidt, F., *Reisen im Amur-Lande und auf Insel Sachalin*.
585 *Mem. Acad. Sci. St.-Petersb*, 1868, 7(12) : 79-227 (In German)
- 586 [25] Trautvetter E. R. von. *Incrementa Florae Phaenogamae Rossicae*. *Trudy Imper. S.-Peterb. bot.*
587 *sada. Fac.* 1–4. St.-Petersburg: Imperial Botanical Garden of St. Petersburg, 1882–1884. (In Latin)
- 588 [26] Fedtchenko B A. (ed.) *Flora of Asian Russia*. Iss. 1–15. St.-Petersburg/Petrograd : Imperial
589 Academy of Sciences Publishing House. 1912–1920. (Федченко Б. А. (ред.) 1912–1920. Флора
590 Азиатской России. Вып. 1–15. Санкт-Петербург; Петроград : Типография Императорской
591 Академии наук) (In Russian)
- 592 [27] Fedtchenko B A. (ed.) *Flora of Russia*. Series 1. *Flora of Asian Russia*. Iss. 1–3. Leningrad :
593 /Petrograd: Academy of Sciences of the USSR Publishing House, 1923–1924. (Федченко Б. А.
594 (ред.). Флора России. Серия 1. Флора Азиатской России. Вып. 1–3. Петроград; Ленинград:
595 Издательство Академии наук СССР, 1923–1924.) (In Russian)
- 596 [28] Busch N A, Fedtchenko B A, Filippov Y. *Flora of Siberia and the Far East*. Iss. 1–6. Leningrad:
597 Botanical Museum of Imperial Academy of Sciences, 1913–1931. (Буш Н. А., Федченко Б. А.,
598 Филиппов Ю. 1913–1931. Флора Сибири и Дальнего Востока. Вып. 1–6. Ленинград :
599 Ботанический музей Императорской Академии наук, 1913–1931.) (In Russian)
- 600 [29] Krylov P N. In: *Flora of Altai and Tomsk Guberniya*. Manual for Plant Identification of Western.
601 Siberia, 1-7. Tomsk : Tomsk University Publishing House, 1901-1914. (In Russian)
- 602 [30] Krylov P N. In: *Flora of Western Siberia*. Manual for Identification of Westsiberian Plants. The
603 Second Enlarged and Extended Edition of “*Flora of Altai and Tomsk Guberniya*” by P.N. Krylov,
604 1-11. Tomsk : Tomsk University Publishing House, 1927-1949. (In Russian)
- 605 [31] Krylov P N. *Flora of Western Siberia*. Manual for Identificaion of Westsiberian Plants. Compiled.
606 by L.P. Sergievskaya., 12(1e2). Tomsk : Tomsk University Publishing House, 1961-1964. (In
607 Russian)
- 608 [32] Komarov V L. *Flora of Manchuria (Флора Маньчжурии)*. Т. 1-3. St. Petersburg: Academy of
609 Sciences of USSR, 1901-1907. (In Russian)
- 610 [33] Komarov VL. *Komarov’s Flora Mandshuricae*. Т.1-7. Osaka: South Manchuria Railway
611 Company, 1927-1932. (In Japanese)

- [34] Komarov, V. L. Selected Works. [Flora of Manchuria. Parts 1–3]. Moscow–Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1949–1950. (Комаров, В. Л. Избранные Сочинения. [Флора Манчжурии. Ч.1– 3]. Москва Ленинград: Издательство Академии Наук СССР. 1949–1950 (In Russian)
- [35] Chang C S, Chang K S, & Kim H. Data mobilisation for historical records of vascular plants in eastern Asia: VL Komarov’s expedition to Far-Eastern Russia, China and Korea from 1895 to 1897. *Biodiversity Data Journal*, 2025, 13: e143631
- [36] Govoruchin W S. Flora of Ural. Manual-Key of Plants Occurring in Ural Mts. And on its Foothills from the Kara Sea till Southern Limit of Forest Zone. Sverdlovsk: Sverdlovsk Oblast Public House, 1937. (In Russian)
- [37] Gorchakovskii P L. (ed.) Manual-key of vascular plants of the Middle Ural. Moscow: Nauka, 1994. 525. (Горчаковский П. Л. (ред.) 1994. Определитель сосудистых растений Среднего Урала. Москва: Наука, 525.) (In Russian)
- [38] Linczevski I A. “Flora of USSR” (bibliographic notes). *Novosti sistematiki vysshih rastenij*. Leningrad: Nuka, 1966. 3: 316–330. (Линчевский И. А. 1966. «Флора СССР» (библиографическая справка). *Новости систематики высших растений*. Ленинград: Наука. 3: 316–330.) (In Russian)
- [39] Komarov V L, Iljin M M, Roshevitz R Y, (eds.) *Flora of the USSR*. Vol. I–XXX. Leningrad: AS USSR, 1934–1964. (Комаров В. Л., Ильин М. М., Рожевиц Р. Ю., Шишкин Б. К., Буш Н. А., Юзепчук С. В., Бобров Е. Г., Черепанов С. К., Цвелев Н. Н. (ред.). Флора СССР. Т. I–XXX. Ленинград: Изд-во АН СССР, 1934–1964.) (In Russian)
- [40] Czerepanov S K. A set of amendments and changes to the “Flora of the USSR” (Vol. I–XXX). Leningrad: Nauka, 1973. 668 (Черепанов С. К. Свод дополнений и изменений к “Флоре СССР” (т. I–XXX). Ленинград: Наука, 1973. 668) (In Russian)
- [41] Malyshev L I. The dependence of the species abundance a flora on the environmental and historical. factors. *Botanicheskiy Zhurnal*, 1969, 54 (8): 1137–1147
- [42] Komarov, V. L., Iljin, M. M., Shishkin, B. K., Bobrov, E. G., et al. (eds.). *Flora of the USSR*. Volumes I–XXX. Translated from Russian. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Libraries, 1964–1993; Alphabetical Indexes to Volumes I–XXX. Eds.: Bobrov, E. G., Tzvelev, N. N.; Gen. sci. ed.: Shetler, S. G. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Libraries, 2004.
- [43] Tolmachev A I, Yurtzev B A. (eds.) *Arctic flora of the USSR: Critical review of. vascular plants occur in Arctic regions of the USSR*. Vol. 1–10. Moscow; Leningrad: AS USSR; Nauka, 1960–1987. (Толмачев А. И., Юрцев Б. А. (ред.) Арктическая флора СССР: Критический обзор сосудистых растений, встречающихся в арктических районах СССР. Т. 1–10. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР; Наука, 1960–1987.) (In Russian)
- [44] Sekretareva, N A. *Vascular Plants of the Russian Arctic and Adjacent Territories*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2004. 131(Секретарева Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики

- и сопредельных территорий. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 313)(In Russian)
- [45] Charkevich S. S. (ed.) Vascular plants of the Soviet Far East. Vol. 1–8. Leningrad; St.-Petersburg: Nauka, 1985–1996. (Харкевич С. С. (ред.) Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1–8. Ленинград; Санкт-Петербург: Наука, 1985–1996.) (In Russian)
- [46] Malyshev L I, Peshkova G A, Krasnoborov I M, (eds.) Flora of Siberia [Flora Sibiriae]. Vol. 1–14. Novosibirsk: Nauka, 1987–2003. (Малышев Л И, Пешкова Г А, Красноборов И М, Положий А В, Байков К С. (ред.) Флора Сибири. Т. 1–14. Новосибирск: Наука, 1987–2003) (In Russian)
- [47] Kozhevnikov A E, Rudyka E G. About regional compendium “Vascular plants of the Soviet Far East”. Komarovskie chtenija. Vladivostok: Dalnauka, 2000, 46: 147–157. (Кожевников А. Е., Рудыка Е. Г. О региональной сводке «Сосудистые растения Советского Дальнего Востока». Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2000, 46: 147–157.) (In Russian)
- [48] Kozhevnikov A E, Probatova N S. (eds.) Flora of the Russian Far East: Addenda end. Corrigenda to “Vascular plants of the Soviet Far East” Vol. 1–8 (1985–1996). Vladivostok: Dalnauka, 2006. 456. (Кожевников А Е, Пробатова Н С. (ред.) Флора Российского Дальнего Востока. Дополнения и изменения к изданию “Сосудистые растения советского Дальнего Востока”. Владивосток: Дальнаука, 2006. 456) (In Russian)
- [49] Baikov K S. (ed.) Checklist of flora of Siberia: Vascular plants. Novosibirsk: Nauka, 2005. 362 (Байков К С. (ред.) Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2005. 362) (In Russian)
- [50] Baikov K S. (ed.) Checklist of flora of Asian Russia: Vascular plants. Novosibirsk: SB RAS. Publ. 2012. 640 (Байков К. С. (ред.) Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640) (In Russian)
- [51] Malyshev L I, Baikov K S, Doronkin V M. Floristic division of Asiatic Russia on the basis of quantitative data. Krylovia, 2000, 2(1): 3–16. (Малышев Л И, Байков К С, Доронкин В М. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков. Krylovia, 2000, 2(1): 3–16) (In Russian)
- [52] Ma K P. Mapping Asia plants: a cyberinfrastructure for plant diversity in Asia. Biodiversity Science, 2017, 25(1): 5-10 (in Chinese) [马克平. 亚洲植物多样性数字化计划. 生物多样性, 2017, 25(1): 5-10]
- [53] Wu Z Y, Sun H, Zhou Z K, et al. *Flora of seed plants in China: Phytogeography*. Beijing: Science Press, 2010 (in Chinese) [吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理, 北京: 科学出版社. 2010]
- [54] Chen Y S, Deng T, Zhou Z, et al. Is the East Asian flora ancient or not?. National Science Review, 2018, 5(6): 920-932

- 685 [55] Wen J, Stuessy T F. The phylogeny and biogeography of *Nyssa* (Cornaceae). Syst. Bot. 1993,
686 18(1):68-79
- 687 [56] Duan L, Harris A J, Su C, et al. A fossil-calibrated phylogeny reveals the biogeographic
688 history of the Cladrastis clade, an amphi-Pacific early-branching group in papilionoid
689 legumes. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2020, 143: 106673.
- 690 [57] Deng T, Nie Z L, Drew B T, et al. Does the Arcto-Tertiary biogeographic hypothesis explain
691 the disjunct distribution of northern hemisphere herbaceous plants? The case of *Meehanina*
692 (Lamiaceae). PLOS ONE, 2015, 10.
- 693 [58] Qian H, Ricklefs R E. Large-scale processes and the Asian bias in species diversity of temperate
694 plants. Nature, 2000, 407(6801): 180-182
- 695 [59] Xue J H, Chepinoga V V, Ma K P. Checklist of Vascular Plants of North Asia. Paris (France):
696 EDP Sciences Press, 2024. 480
- 697 [60] Xue J H, Shcherbakov A V, Kipriyanova L M, et al. Mapping Asia Plants: The Threat Status and
698 Influencing Factors of Rare and Endangered Vascular Plant Species in North Asia (Asian Russia).
699 Plants, 2023, 12: 2792
- 700 [61] Petrov K M, Terekhina N V. Vegetable cover of Russia. St.-Petersburg: Publisher. Khimizdat,
701 2017. 368 (Петров К. М., Терехина Н. В. Растительный покров России. Санкт-Петербург:
702 Изд-во Химиздат, 2017. 368) (In Russian)
- 703 [62] Brianskaia E, Sandanov D, Li Y & Wang Z. Distribution of alpine endemic plants of North Asia: a
704 dataset. Biodiversity Data Journal, 2021, 9: e75348
- 705 [63] Li Y C, Chen Y S, & Denis S. Diversity patterns and dominant factors of Ranunculaceae
706 plants in Eastern Eurasia. Biodiversity Science, 2021, 29(5): 561-574 (in Chinese) [李亦超,
707 陈永生, Denis S. 欧亚大陆东部毛茛科植物多样性格局及主导因子. 生物多样性, 2021,
708 29 (5): 561- 574]
- 709 [64] Wang Siqi. Diversity pattern of wild vascular plants in Northeast Asia. Dissertation for
710 Master's Degree. Harbin: Northeast Forestry University, 2024 (in Chinese) [王思琪. 东北亚
711 野生维管植物多样性格局. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北林业大学, 2024]
- 712 [65] Takhtajan A L. (Ed.) Red Data Book. In Native Plant Species to be Protected in the USSR;
713 Krasnaya kniga. Dikorastushchie vidy flory SSSR nuzhdayushchiesya v okhrane; Leningrad:
714 Nauka, 1975. 204 (Тахтаджяна А Л. Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР,
715 нуждающиеся в охране. Ленинград: Издательство Наука, 1975. 204) (In Russian)
- 716 [66] Red Data Book of USSR. Rare and Endangered Species of Animals and Plants. Moscow: Lesnaya
717 Promyshlennost, 1978. 460 (In Russian)

- [67] Red Data Book of USSR. Rare and Endangered Species of Animals and Plants, 2nd ed. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 480. (Красная книга СССР редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Т. 2/Главн. Москва: Издательство «Лесная промышленность», 1984. 480) (In Russian)
- [68] Red Data Book of the RSFSR. Plants. Moscow: Rosagropromizdat, 1988. 592 (Красная книга РСФСР. Растения. Москва: Росагропромиздат, 1988. 592) (In Russian)
- [69] Methodological Recommendations for Maintaining the Red Data Book of a Constituent Entity of the Russian Federation (Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации)[Metodicheskiye Rekomendatsii po Vedeniyu Krasnoy Knigi Subyekt Rossiyskoy Federatsii]. Moscow, Russia, 2006. 20 (In Russian)
- [70] Red Data Book of Russian Federation. Plants and Fungi. Moscow: KMK Sientific Press, 2008. 855 (Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: Научное издательство КМК, 2008. 855) (In Russian)
- [71] Geltman D V. Red Data Book of the Russian Federation. Plants and Fungi. Moscow: FSBI “VNIИ Ecology”, 2024. 944(Гельтман Д. В. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. — Москва: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2024. 944)
- [72] Kovtonyuk N K. Virtual Collection of Type Specimens from the M.G. Popov Herbarium (NSK). Vegetation of Asian Russia, 2015, 3: 88–93 (Ковтонюк Н К. Виртуальная коллекция типовых образцов гербария имени М.Г. Попова. (NSK). Растительный мир Азиатской России, 2015, 3: 88–93) (In Russian)
- [73] Krasnoborov I M. (Ed.). Manual-key of Plants of Altai Krai. Siberian Branch of Russian. Novosibirsk: Academy of Science, 2003. 634 (Шауло Д. Н. и др. Определитель растений Алтайского края. Новосибирск: Изд-во СО РАН филиал Гео, 2003. 634) (In Russian)
- [74] Cherosov M M. (Ed.). Checklist of the Flora of Yakutia: Vascular Plants. Novosibirisk: Nauka, 2012. 272 (Черосова М. М. Конспект флоры Якутии: сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2012. 272) (In Russian)

Research progress on plant diversity in North Asia

XUE Jianhua^{1,2}, CHEPINOGA Victor³, SHCHERBAKOV Andrey⁴, ZHU Li,

KRYUKOVA Maria⁵, MA Keping^{1,2*}

1. Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

2. China National Botanical Garden, Beijing 100093, China

3. Leibniz University Hannover, Hannover 30167, Germany

4. Department of the Higher Plants, Biology Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia

5. Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk 680000, Russia

*Corresponding author, E-mail: kpma@ibcas.ac.cn

Abstract

This paper reviews major progress in plant diversity research in North Asia over the past three centuries, with a focus on floristic composition, phytogeography, digitization of herbarium specimens, and the conservation of rare and endangered species. It also highlights key challenges, including fragmented data, regional disparities in research development, excessive species delimitation, limited application of IUCN Red List assessment criteria, and the slow pace of specimen digitization (currently only about 10% were completed). To address these challenges, it is suggested to strengthen support for regions with limited research capacity, promote the comprehensive adoption of IUCN assessment frameworks, accelerate specimen digitization, enhance regional coordination, and improve data sharing. With the advancement of the Belt and Road Initiative, research on plant diversity in North Asia and international cooperation are expected to be further deepened, providing robust support for global biodiversity conservation.

Keywords: North Asia; Asian Russia; Vascular Plants; Plant Specimen Digitization; Plant Checklist; Flora; Mapping Asia Plants