



•数据论文• 省级植物名录专题 III

天津野生维管植物编目及分布数据集

李勇*, 李三青, 王欢

天津自然博物馆, 天津 300201

摘要: 为了全面了解天津野生维管植物资源的现状并为开展相应的生物多样性保护实践提供基础资料, 本文在以往研究基础上, 通过文献收集、标本考证、数据分析, 并结合作者的野外调查结果, 按照维管植物最新的分类系统整理出天津野生维管植物名录, 并根据标本信息和文献核对了每个物种县市级的分布信息。结果显示, 天津共有野生维管植物135科519属996种(含种下等级), 其中石松类1科1属4种, 蕨类植物12科18属31种, 裸子植物2科2属2种, 被子植物120科498属959种。物种数量最多的前10个科为: 菊科(123种)、禾本科(87种)、豆科(67种)、莎草科(41种)、蔷薇科(40种)、苋科(36种)、唇形科(28种)、蓼科(27种)、毛茛科(22种)、十字花科(22种)。含物种数量最多的10个属为蒿属(*Artemisia*, 21种)、莎草属(*Cyperus*, 14种)、苋属(*Amaranthus*, 14种)、蓼属(*Persicaria*, 14种)、委陵菜属(*Potentilla*, 12种)、薹草属(*Carex*, 12种)、大戟属(*Euphorbia*, 11种)、鹅绒藤属(*Cynanchum*, 10种)、紫菀属(*Aster*, 9种)、风毛菊属(*Saussurea*, 9种)。石松类仅有卷柏科(4种), 蕨类植物包含物种数最多的前3个科为凤尾蕨科(7种)、鳞毛蕨科(4种)、岩蕨科(4种)。天津地区野生植物种类主要以广泛分布的常见种为主, 无特有种分布。根据文献和标本记录有国家二级保护野生植物8种。近年来入侵植物种类有不断增加的趋势。建议今后加大野外调查工作的广度和深度, 重点关注天津珍稀濒危维管植物状况和外来入侵植物扩散形势, 加强专科专属研究, 不断修订后续名录, 为天津乃至京津冀的生物多样性保育提供支持和参考。

关键词: 天津; 维管植物; 编目; 物种多样性; 外来植物; 入侵植物

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	天津野生维管植物编目及分布数据集
作者	李勇, 李三青, 王欢
通讯作者	李勇(liyong21st@126.com)
时间范围	2004–2022
地理区域	天津
文件大小	246 kb
数据量	文件1记录条数996, 文件2记录条数519。
数据格式	*.xlsx
数据链接	https://www.scidb.cn/s/UrYjAz https://doi.org/10.57760/sciencedb.10908 https://www.biodiversity-science.net/fileup/1005-0094/DATA/2023128.zip
数据库(集)组成	数据集由2个文件组成。文件1为天津市野生维管植物名录, 文件2为天津市野生维管植物科属统计表。文件1包含996条记录(行)和16个字段(列), 16个字段分别是序号、维管植物大类、科号、中文科名、拉丁科名、中文属名、拉丁属名、中文种名、拉丁种名、地理分布信息(县级)、依据(标本/文献/照片)、采集人/号、本土/外来、是否入侵物种、国家保护一二级和了解程度。

李勇, 李三青, 王欢 (2023) 天津野生维管植物编目及分布数据集. 生物多样性, 31, 23128. doi: 10.17520/biods.2023128.

Li Y, Li SQ, Wang H (2023) A dataset of wild vascular plants and their distributions in Tianjin, China. Biodiversity Science, 31, 23128. doi: 10.17520/biods.2023128.

收稿日期: 2023-04-22; 接受日期: 2023-07-26

基金项目: 国家标本资源共享平台(2005DKA21400)和天津市委宣传部“五个一”人才项目

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: liyong21st@126.com

A dataset of wild vascular plants and their distributions in Tianjin, China

Yong Li*, Sanqing Li, Huan Wang

Tianjin Natural History Museum, Tianjin 300201

ABSTRACT

To facilitate revising and updating the checklist of vascular plants in Tianjin, we provided basic information on the status of wild vascular plant resources there, furthering the development of biodiversity conservation. We updated the checklist of wild vascular plants in Tianjin based on previous research by further examining historical collections, newly published records, data analysis, and the field investigation results of authors published over the past 20 years. The checklist was compiled in accordance with the latest classification of vascular plants. The distribution of each species was verified at the county and municipal level based on the information of voucher specimens (preserved specimens that serve as a verifiable and permanent record of wildlife). The present checklist recorded 996 species (including infraspecific taxa) in total, belonging to 519 genera in 135 families. There are 4 species of lycophytes in 1 genus and 1 family, 31 species of pteridophytes in 18 genera and 12 families, 2 species of gymnosperms in 2 genera and 2 families, and 959 species of angiosperms in 498 genera and 120 families. For lycophytes, the only family is Selaginellaceae (4 species). For pteridophytes, the top three largest families are Pteridaceae (7), Dryopteridaceae (4), and Woodsiaceae (4). For angiosperms, the top 10 largest families are Asteraceae (123), Poaceae (87), Fabaceae (67), Cyperaceae (41), Rosaceae (40), Amaranthaceae (36), Lamiaceae (28), Polygonaceae (27), Ranunculaceae (22) and Brassicaceae (22). The top ten largest genera are *Artemisia* (21), *Cyperus* (14), *Amaranthus* (14), *Persicaria* (14), *Potentilla* (12), *Carex* (12), *Euphorbia* (11), *Cynanchum* (10), *Aster* (9), and *Saussurea* (9), respectively. The wild plant species in Tianjin are predominantly common species with wide distribution. However, according to literature and specimen records, eight wild plant species are in the list of National Key Protected Wild Plant Species. The number of invasive plant species has continuously increased in recent years. Meanwhile, field surveys of rare and endangered vascular plants and invasive plants in Tianjin were insufficient; therefore, we recommend increasing the breadth and depth of follow-up field surveys. Furthermore, we call for strengthening specialized taxonomic studies on particular families and genera, which will help to further revise and update the checklist.

Key words: Tianjin; vascular plants; inventory; species diversity; alien plants; invasive plants

Database/Dataset Profile

Title	A dataset of wild vascular plants and their distributions in Tianjin, China
Author(s)	Yong Li, Sanqing Li, Huan Wang
Corresponding author	Yong Li (liyong21st@126.com)
Time range	2004–2022
Geographical scope	Tianjin
File size	246 kb
Data volume	Number of records in File 1: 996 and File 2: 519.
Data format	*.xlsx
Data link	https://www.scidb.cn/s/UrYjAz https://doi.org/10.57760/sciencedb.10908 https://www.biodiversity-science.net/fileup/1005-0094/DATA/2023128.zip
Database/Dataset composition	The dataset consists of 2 data files. File 1: A checklist of wild vascular plants in Tianjin, and File 2: List of families and genera of wild vascular plants in Tianjin. The File 1 contains 996 records (rows), and the 16 fields (columns) as following: sequence number, main categories of vascular plants, sequence number of family, Chinese family, family, Chinese genus, genus, Chinese name, scientific name, distribution areas, reference or voucher specimen, collector and collection number, native/introduced, invasive species/non-invasive species, rank in the List of National Key Protected Wild Plants 2021, knowledge degree.

天津市(116°43′–118°04′ E, 38°34′–40°15′ N)位于华北平原的东北部, 海河流域下游, 地形地貌多样, 河流水系纵横交错, 气候四季分明, 拥有山、水、林、湿地等多种生态资源, 整体呈现出“连山通海、九河下梢”的自然地理格局。天津是“退海之地”,

地势整体北高南低, 由北部燕山山地向东南部滨海平原过渡。市域绝大部分是由古黄河三次北徙冲积而成的平原, 属冲积海积低平原。地貌类型可划分为山地、丘陵、平原、洼地、海岸带和滩涂等(徐华鑫, 1988)。大部分地区地势平坦, 海拔高程在

2–10 m之间, 平原占天津陆域国土面积的94.5%。山地和丘陵主要分布于蓟州区北部, 属燕山山脉, 最高峰为蓟州区和河北省兴隆县交界处的九山顶, 海拔1,078.5 m。天津地区留存有多条大致与现代渤海岸线平行的贝壳堤, 是渤海变迁的可贵历史记录(仲小敏和李兆江, 2011)。天津市属于暖温带大陆性季风气候。由于雨水季节分配不均匀, 春天温度较高, 蒸发量大, 春旱成为本区气候的一个突出特点。天津市总的气候特点是四季分明: 春旱多风沙; 夏热多雨; 秋季冷暖适宜; 冬寒晴燥。天津植物区系属泛北极植物区系的中国-日本植物亚区, 起源于北极第三纪, 是中国特有属积极发生和发展的时期。本区植物种类成分复杂, 残遗种类多, 如榆属(*Ulmus*)、栎属(*Quercus*)等都是第三纪植物区系的直接后裔。而植被属暖温带落叶阔叶林, 滨海平原盐生草甸植被, 兼温性针叶林及次生灌草丛类型(沙汀等, 2009)。

植物物种编目是一个自然地理区域或行政单元生物区系本底性的基础资料, 也是一个地区生态环境保护和经济生产的基本依据。天津开埠较早, 18世纪就有外国植物学家、采集者、探险家、传教士等陆续到天津采集植物的记录(Bretschneider, 1898)。20世纪初曾有法国博物学家桑志华(Emile Licent)、中国博物学者陆文郁等学者在天津采集植物标本。1949年以后, 天津自然博物馆刘家宜研究员1957年开始对天津各地的植物种类进行系统的野外调查, 并于2004年编著出版《天津植物志》(刘家宜, 2004), 成为记录天津植物物种最为全面、内容最为丰富的植物志书, 为天津植物学及生态学相关科研、生产、管理部门提供了重要参考。《天津植物志》共记录苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物4门163科748属1,365种6亚种127变种及18变型(依据恩格勒系统), 其中天津野生维管植物(包括本土和外来逸生)经统计为882种。2013年起, 天津自然博物馆承担了科技部基础性工作专项“植物标本数字化与信息共享”子课题“天津自然博物馆植物标本数字化”项目, 2018年起天津自然博物馆又与上海辰山植物园合作承担了国家标本资源共享平台“天津数字标本馆”项目, 2020年底完成了已数字化天津植物标本信息14,943条的审核。天津自然博物馆研究人员结合野外实地考察、馆藏标本研究,

梳理近年来相关研究单位发表的天津物种记录文献, 编辑出版了《天津维管植物多样性编目》(李勇, 2020a)。

《天津植物志》出版近20年来, 天津的维管植物信息发生了很大变化: (1)随着野外调查工作的开展, 又有很多以前未被记载的新记录植物被不断发现和报道(丛明旸等, 2015; 莫训强等, 2017, 2020)。(2)天津原有记载的不少维管植物类群经过分类修订后名称发生变化, 信息亟需更新。(3)《天津植物志》除记载野生植物同时还记载了常见的外来栽培、逸生、归化或入侵植物种类(甚至包括不少温室栽培的外来植物), 虽然使得资料更为完整和丰富, 但也对分析天津真正的本土野生维管植物多样性造成一定干扰。(4)随着分子系统学的兴起, 维管植物各类群均有了基于分子数据的新分类系统, 原来使用的分类系统迫切需要更新, 这也导致一些类群的原有科属概念和名称需要调整。

综上所述, 天津作为直辖市, 尽管植物编目工作开展较早, 但由于经济发展, 人类对自然环境改造和资源利用, 及时更新植物物种名录对于生物多样性研究、保育和利用十分重要。本文在仔细核对《天津植物志》(2004年版)的基础上, 系统检索文献资料, 并结合多年实际野外调查工作经验, 对现有编目数据进行查漏补缺(补充新分类群、新记录), 修订名称(基于新分类修订成果), 更新分类系统(采用基于分子数据的新分类系统), 并添加物种分类等级、分布状态、分布区及保护状况等信息, 完成天津野生维管植物编目及分布数据集。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据来源

数据来源为: (1)主要以《天津植物志》(刘家宜, 2004)、《天津维管植物多样性编目》(李勇, 2020a)为依据。(2)其他文献资料包括期刊论文、志书、图鉴、考察集等, 重点收集已发表的新分类群、新记录相关论文, 保护区调查名录等文献(刘家宜, 1999, 2010; 李庆奎, 2009)。同时广泛检索包括《河北植物志》(河北植物志编辑委员会, 1986–1991)、《中国植物志》(1959–2004) (中国植物志编辑委员会, 1959–2004)、*Flora of China* (1994–2013) (Wu et al, 1994–2013)、*The Checklist of the Naturalized Plants*

in China (Yan et al, 2019)等相关志书提到的天津分布的植物资料。(3)近年来在实地野外调查过程中发现的天津有分布的种类。(4)标本信息。整理了天津自然博物馆馆藏植物标本及国家标本资源共享平台(<http://www.nsii.org.cn>)和中国数字植物标本馆(<https://www.cvh.ac.cn>)中采集地为天津的植物标本1.4万余条信息,依据标本记录确定每个物种在天津市内的县级分布信息。

1.2 数据收集和整理

首先对已出版的天津本土相关资料中所记载的维管植物名录进行收集汇总,同时提取《中国植物志》、*Flora of China*及《河北植物志》等志书、名录及其他研究资料(石福臣等, 2017; 孙景宽和张文辉, 2019)中所记载的天津有分布的维管植物数据。为了更客观地反映天津维管植物物种多样性的特点,本数据集只收录野生、归化及野外逸生的维管植物,数据收集截止到2022年12月。

数据集建立的主要工作流程如下:(1)原始信息录入:包括数据来源、数据来源类别、数据来源名称以及原始分布信息等。(2)名称修订:经格式标准化后,主要依据Plants of the World Online (POWO, <https://powo.science.kew.org/>, 截止到2022年)、*Flora of China* (http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2, 截止到2022年)、中国生物物种名录(<http://www.sp2000.org.cn/>, 截止到2022年)的名称数据库以及相关文献资料进行名称的比对和修订,并标记相应的名称变化情况。(3)分类系统更新:在完成名称修订后,将新名称按照基于分子的新分类系统(PPG I、GPG、APG IV)添加相应的科名并进行系统排列,而不考虑其在原数据来源中记载的科名。(4)分布区整理:将各数据来源提到的分布信息按照天津现有的16个行政区进行系统添加整理;所依据的分布信息来源除包括《天津植物志》以及各新资料所记载的分布信息外,还收集整理了标本中的相关分布信息,力求更全面反映各类植物的真实分布状况;部分记载为常见种类或没有明确记载分布区县的数据,作者凭借多年实际野外调查经验补充添加相应的分布区数据。(5)保护等级数据添加:将本文整理的名录与《国家重点保护野生植物名录》(2021版)对比。(6)外来入侵植物数据添加:将本文整理的名录与《中国外来入侵植物志》(马金双,

2020)对比获得。

1.3 名录字段

本数据集字段包括序号、维管植物大类、科号、中文科名、拉丁科名、中文属名、拉丁属名、中文种名、拉丁种名、区县级分布、收录依据(标本或文献)、凭证标本采集人及采集号、本土或外来、国家级重点保护野生植物保护级别、是否为入侵植物、备注。

2 数据分析结果

2.1 天津野生维管植物物种组成

编目中共收录天津野生维管植物135科519属996种(含种下等级),有凭证标本的699种,无凭证标本但是有较可靠资料的297种。石松类1科1属4种,蕨类植物12科18属31种,裸子植物2科2属2种,被子植物120科498属959种(含种下等级)。

天津野生维管植物包含物种数最多的前20个科为:菊科(54属123种)、禾本科(54属87种)、豆科(32属67种)、莎草科(8属41种)、蔷薇科(19属40种)、苋科(12属36种)、唇形科(17属28种)、蓼科(9属27种)、毛茛科(10属22种)、十字花科(18属22种)、伞形科(16属18种)、石竹科(9属18种)、天门冬科(7属16种)、茄科(7属15种)、大戟科(4属15种)、旋花科(5属14种)、夹竹桃科(5属14种)、柳叶菜科(5属12种)锦葵科(9属12种)和茜草科(4属11种)。石松类仅卷柏科(1属4种),蕨类植物包含物种数最多的前3个科为凤尾蕨科(4属7种)、鳞毛蕨科(2属4种)和岩蕨科(1属4种)。

包含种数最多的10个属为蒿属(*Artemisia*, 21种)、莎草属(*Cyperus*, 14种)、苋属(*Amaranthus*, 14种)、蓼属(*Persicaria*, 14种)、委陵菜属(*Potentilla*, 12种)、藁草属(*Carex*, 12种)、大戟属(*Euphorbia*, 11种)、鹅绒藤属(*Cynanchum*, 10种)、紫菀属(*Aster*, 9种)和风毛菊属(*Saussurea*, 9种)。

天津野生维管植物属于华北分布的中国特有属有知母属(*Anemarrhena*)、文冠果属(*Xanthoceras*)、蚂蚱腿子属(*Myriopholis*)和独根草属(*Oresitrophe*)。在天津分布的华北特有种中,主要代表种有:油松(*Pinus tabulaeformis*)、蚂蚱腿子(*Pertya dioica*)、文冠果(*Xanthoceras sorbifolium*)、笕子梢(*Campylotropis macrocarpa*)、东陵绣球(*Hydrangea bretschneideri*)、

河朔堯花(*Wikstroemia chamaedaphne*)等。

2.2 天津野生维管植物分布状况

天津维管植物县域分布差异较大, 蓟州区由于有山地森林环境, 植物种类最为丰富, 约70%以上野生维管植物种类都有分布。其余行政区属于平原环境, 滨海地区盐碱土地广泛分布, 野生植物种类比较单一。滨海新区禾本科、莎草科、苋科、菊科植物分布较多, 而武清、宝坻等区由于地势和水土原因野生种类分布相对丰富。入侵植物在天津主城区和滨海新区分布较多, 主要是因为人类活动更为频繁。由于多种入侵植物是近年来发现的, 没有更多的标本信息, 本研究只是根据相关文献或部分标本确定天津有分布, 还不能明确其在各区的具体分布, 有待进一步调查并采集标本, 完善补充其分布信息。

2.3 天津外来入侵植物

根据《中国外来入侵植物志》(马金双, 2020), 天津现有入侵植物97种, 隶属26科61属。从生活型来看, 入侵植物绝大部分为草本, 其中部分植物为早期入侵, 分布区域较广。有的种类已对天津地区造成危害, 如黄顶菊(*Flaveria bidentis*)、互花米草(*Spartina alterniflora*)、长芒苋(*Amaranthus palmeri*)、黄花刺茄(*Solanum rostratum*)等已列入《国家重点管理外来入侵物种名录》(http://beijing.customs.gov.cn/haikou_customs/jzkjjdyc/zcfg784/4806741/index.html), 还有些是近年才发现的新入侵种类, 虽然危害性还不显著, 但扩散蔓延速度非常快, 值得警惕, 比如: 合被苋(*Amaranthus polygonoides*)、小花山桃草(*Gaura parviflora*)等。天津作为沿海直辖市和北方重要港口城市, 交通便利, 经济贸易发达, 对外交往密切, 因而也在外来植物监测、管理和防治方面面临着严峻的挑战(莫训强, 2020)。

2.4 天津的保护植物现状

依据《国家重点保护野生植物名录》(2021版), 天津有二级保护野生植物8种, 其中, 珊瑚菜(*Glehnia littoralis*)有标本记录, 在滨海新区有分布, 但近年来多次调查一直未发现野生种群, 可能原因是海岸带自然滩涂开发, 其生境受人为干扰影响。其余种类多集中分布于蓟州区山地森林环境, 草本植物包括兰科的杓兰(*Cypripedium calceolus*)、手参(*Gymnadenia conopsea*)和豆科的甘草(*Glycyrrhiza*

uralensis), 木本植物包括芸香科的黄檗(*Phellodendron amurense*)、锦葵科的紫椴(*Tilia amurensis*)和木质藤本猕猴桃科的软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)。而豆科的野大豆(*Glycine soja*)在天津分布较广, 尤其适应滨海湿地的盐湿环境, 主要因其具有种质资源利用价值而受到保护(李勇, 2020b)。

天津蓟州山区植物种类较丰富, 除《国家重点保护野生植物名录》(2021版)所列种类外, 胡桃科的胡桃楸(*Juglans mandshurica*)、五加科的刺楸(*Kalopanax septemlobus*)、薯蓣科的穿龙薯蓣(*Dioscorea nipponica*)、唇形科的丹参(*Salvia miltiorrhiza*)、百合科的山丹(*Lilium pumilum*)等有经济价值的野生植物种群数量受人类活动影响而减少, 在山地林下或草地生长的兰科植物二叶兜被兰(*Ponerorchis cucullata*)、沿海滩涂生长的伞形科的珊瑚菜(*Glehnia littoralis*)、浅海生长的大叶藻科的大叶藻(*Zostera marina*)等植物, 虽然既有文献记载也有标本证据, 但随环境变迁, 野外已很难见到, 亟需进一步研究它们的最新状态并加以保护。

3 数据质量控制和评估

本文在全面综合历史资料、新研究进展(李三青等, 2018; 李中林等, 2021; 崔夏等, 2022)和作者调查结果的基础上整理更新了天津野生维管植物名录。较《天津维管植物多样性编目》(李勇, 2020a)一书中野生植物种类部分增加了32种, 主要是补充收录了近年来发现的外来归化植物(Yan et al, 2019), 是植物现状调查及历史资料收集整理最新成果, 而未收录《天津植物志》中的常见栽培植物。

对于收录依据的问题, 经过在天津自然博物馆馆藏数据库和国家标本平台查询, 本数据集物种具备凭证标本的有699种, 还有297种植物的分布是依据近年来文献记录。包括《天津植物志》等专著, 其记载的野生植物种类也有部分不能查询到凭证标本。在数据集的字段“备注”一栏标注为“疑难物种”的主要是因为有些种类野外调查数据不足, 并未采集标本或标本数据还未上网公布, 即使有凭证标本, 由于采集年代久远, 许多当年采集地点自然环境已改变, 需要对馆藏标本的历史数据有效性进行评价或者基于新的调查资料更新相应的分布数据。如前

文中提到的保护植物珊瑚菜, 虽然有凭证标本, 但在天津野外调查中多年未发现, 天津是否还有其分布及具体数量等数据需再确定。

目前整理的1.4万余份天津地区标本中, 由于历史标本的早年采集记录不很规范, 有些只是记载采集地为天津, 没有记录详细的信息, 故除常见物种外, 本数据集中物种分布地区的确定受标本采集地的限制。文献记录在天津有分布但没有给出具体地点的一些物种, 作者综合标本、文献和野外调查经验给出分布地, 此类物种真实完整的分布还需要今后更多资料和详细考证。采用分子分类系统已成为目前植物分类系统新的趋势, 但在原始标本记录数据和以往志书核对过程中发现, 由于系统不一致, 需要很多转换和确认工作。这也是编目过程中面临的植物名称需要统一的问题, 有待加强专科专属研究, 不断修订后续名录。

致谢: 感谢中国科学院植物研究所刘冰博士对数据按新分类系统进行核查并修改, 感谢国家标本资源共享平台(NSII)肖翠老师提供相关文献资料。

作者分工: 李勇负责文献资料收集、整理及论文初稿撰写和修改; 李三青负责名录整理、名称修订和系统更新; 王欢负责部分文献资料收集和论文格式修改。

参考文献

- Bretschneider E (1898) History of European Botanical Discoveries in China. Sampson, Low, Marston & Co Ltd., London.
- Cong MY, Gong L, Zhang YT, Gao X, Wang H, Shi FC (2015) New records of plant species in Tianjin. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis*, 48(3), 13–18. (in Chinese with English abstract) [丛明吻, 宫乐, 张玉婷, 高鑫, 王晖, 石福臣 (2015) 天津市植物资源新记录I. 南开大学学报(自然科学版), 48(3), 13–18.]
- Cui X, Liu QR, Wu CR, He YF, Ma JS (2022) The alien invasive plants in Beijing-Tianjin-Hebei. *Biodiversity Science*, 30, 21497. (in Chinese with English abstract) [崔夏, 刘全儒, 吴超然, 何宇飞, 马金双 (2022) 京津冀外来入侵植物. 生物多样性, 30, 21497.]
- Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academicae Sinicae Edita (1959–2004) *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (Tomus 1–80). Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院中国植物志编辑委员会 (1959–2004) 中国植物志(第1–80卷). 科学出版社, 北京.]
- Editorial Committee of Flora of Hebei (1986/1988/1991) *Flora of Hebei* (Vols. 1, 2, 3). Hebei Science and Technology Press, Shijiazhuang. (in Chinese) [河北植物志编辑委员会 (1986–1991) 河北植物志(第一、二、三卷). 河北科学技术出版社, 石家庄.]
- Li QK (2009) Biodiversity Investment in Baxianshan National Nature Reserve of Tianjin. Tianjin Science and Technology Press, Tianjin. (in Chinese) [李庆奎 (2009) 天津八仙山国家级自然保护区生物多样性考察. 天津科学技术出版社, 天津.]
- Li SQ, Gao K, Li Y (2018) Statistics of higher plants in Tianjin region and analysis of plant in Tianjin region deposited in Tianjin Natural History Museum. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 46(9), 15–18. (in Chinese with English abstract) [李三青, 高凯, 李勇 (2018) 天津地区高等植物统计与天津自然博物馆馆藏天津植物分析. 安徽农业科学, 46(9), 15–18.]
- Li Y (2020a) Catalogue of Vascular Plants in Tianjin. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [李勇 (2020a) 天津维管植物多样性编目. 中国林业出版社, 北京.]
- Li Y (2020b) Illustrations of Wetland Plants in Tianjin. Northeast Forest University Press, Harbin. (in Chinese) [李勇 (2020b) 天津湿地植物图集. 东北林业大学出版社, 哈尔滨.]
- Li ZL, Meng WQ, Chu KL, Han XN, Liu K, Qin WH (2021) Investigation and analysis of alien invasive plants in Dahuangpu Nature Reserve. *Journal of Weed Science*, 39(2), 20–27. (in Chinese with English abstract) [李中林, 孟炜淇, 楚克林, 韩向楠, 刘坤, 秦卫华 (2021) 天津大黄堡省级自然保护区外来入侵植物的调查与分析. 杂草学报, 39(2), 20–27.]
- Liu JY (1999) Floristic studies of Tianjin palaeocoastal and wetland national nature reserve in China. *Henan Science*, 17(Suppl.1), 27–29, 34. (in Chinese with English abstract) [刘家宜 (1999) 中国天津古海岸与湿地自然保护区植物区系的研究. 河南科学, 17(增刊), 27–29, 34.]
- Liu JY (2004) *Flora of Tianjin*. Tianjin Science and Technology Press, Tianjin. (in Chinese) [刘家宜 (2004) 天津植物志. 天津科学技术出版社, 天津.]
- Liu JY (2010) *Aquatic Vascular Plants in Tianjin*. Tianjin Science and Technology Press, Tianjin. (in Chinese) [刘家宜 (2010) 天津水生维管束植物. 天津科学技术出版社, 天津.]
- Ma JS (2020) *Alien Invasive Flora in China*. Shanghai Jiao Tong University Press, Shanghai. (in Chinese) [马金双 (2020) 中国外来入侵植物志. 上海交通大学, 上海.]
- Mo XQ, Li LQ, Liu CG, Li HY (2020) New distribution records of four species of exotic plant in Tianjin: *Amaranthus rudis*, *A. polygonoides*, *Anoda cristata* and *Gaura parviflora*. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Nankaiensis*, 53(6), 43–49. (in Chinese with English abstract) [莫训强, 李龙沁, 刘春光, 李洪远

- (2020) 天津4种外来植物新记录——西部苋、合被苋、冠萼扁果葵和小花山桃草. 南开大学学报(自然科学版), 53(6), 43–49.]
- Mo XQ, Meng WQ, Li HY (2017) New distribution records of three species of exotic plants in Tianjin: *Amaranthus palmeri*, *Ipomoea lacunosa* and *Aster subulatus*. *Journal of Tianjin Normal University (Natural Science Edition)*, 37(2), 36–38, 56. (in Chinese with English abstract) [莫训强, 孟伟庆, 李洪远 (2017) 天津3种外来植物新记录——长芒苋、瘤梗甘薯和钻叶紫菀. 天津师范大学学报(自然科学版), 37(2), 36–38, 56.]
- Sha T, Zhang WH, Liu XC (2009) Floristic analysis of seed plants in Tianjin. *Bulletin of Botanical Research*, 29, 96–102. (in Chinese with English abstract) [沙汀, 张文辉, 刘新成 (2009) 天津市种子植物区系成分分析. 植物研究, 29, 96–102.]
- Shi FC, Chen GP, Liu GQ, Zhao TJ (2017) Forest Ecosystem in Baxianshan Nature Reserve. Northeast Forest University Press, Harbin. (in Chinese) [石福臣, 陈国平, 刘国泉, 赵铁建 (2017) 八仙山国家级自然保护区森林生态系统研究. 东北林业大学出版社, 哈尔滨.]
- Sun JK, Zhang WH (2019) *Identification and Classification of Seed Plants in Tianjin*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [孙景宽, 张文辉 (2019) 天津市种子植物鉴定与分类. 高等教育出版社, 北京.]
- Wu ZY, Raven PH, Hong DY (1994–2013) *Flora of China*, Vols. 1–25. Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Xu HX (1988) *Tianjin Physical Geography*. Editorial Committee of Local History of Tianjin, Tianjin. (in Chinese) [徐华鑫 (1988) 天津自然地理. 天津市地方志编修委员会总编辑室, 天津.]
- Yan XL, Wang ZH, Ma JS (2019) *The Checklist of the Naturalized Plants in China*. Shanghai Scientific and Technical Publishers, Shanghai.
- Zhong XM, Li ZJ (2011) *Tianjin Geography*. Beijing Normal University Press, Beijing. (in Chinese) [仲小敏, 李兆江 (2011) 天津地理. 北京师范大学出版社, 北京.]

(责任编辑: 龙春林 责任编辑: 周玉荣)