

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2023.12.010

卢世君, 邓玉琳, 李建, 等. 深圳市建成区城市植物的种类构成 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2023, 45(12): 85-96.

深圳市建成区城市植物的种类构成

卢世君, 邓玉琳, 李建, 宋晨晨, 赵娟娟

西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715

摘要: 城市绿地中的优势植物、有害植物、珍稀濒危植物等各类植物对城市居民的安全健康、景观效果乃至生态系统服务功能都有重要影响, 但目前对城市植物种类构成分析的研究较少. 基于深圳市建成区城市植物 600 个 1 hm² 样地的实地调查数据, 分析各类型城市植物的种类构成特征, 并对其管控措施提出建议. 本次调查共记录深圳市建成区城市植物 963 种, 根据重要值选出优势种 30 种, 有害植物包括有毒植物 97 种、入侵植物 48 种、花粉致敏植物 186 种, 此外珍稀濒危植物 45 种. 主要优势植物中相对多度最高的是乔木榕树(*Ficus microcarpa*)、灌木鹅掌藤(*Heptapleurum arboricola*)和草本沟叶结缕草(*Zoysia matrella*). 入侵植物中 87.50% 是草本植物, 70.83% 来源于美洲, 重要值较高的地毯草(*Axonopus compressus*)已经成为深圳市建成区草本群落的优势入侵物种. 有毒植物以大戟科(Euphorbiaceae)、天南星科(Araceae)为主, 毒性大、中、小的植物各有 33, 38 和 26 种, 在道路绿地分布数量最多. 珍稀濒危植物中有极危(CR)物种 6 种、濒危(EN)物种 10 种、易危(VU)物种 22 种; 种数以公园绿地最高, 共发现 95 株有病害、190 株发生虫害、151 株生长不良. 该调查揭示了各类型城市植物在深圳市建成区的种类构成和分布特征, 为城市植物多样性研究、城市植物多样性保护与利用提供一定的参考.

关键词: 入侵植物; 有毒植物; 种类构成; 深圳市

中图分类号: Q948

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2023)12-0085-12

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Species Composition of Urban Plants in Built-up Areas of Shenzhen

LU Shijun, DENG Yulin, LI Jian,
SONG Chenchen, ZHAO Juanjuan

School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The dominant plants, harmful plants, rare and endangered plants, and other urban plants in urban green spaces have an important impact on the safety and health of urban residents, landscape effect, and even ecosystem service function, but there were still few studies on the analysis of urban plant species composition. Based on the field survey data of 600 1-hectare sample plots of urban plants in the built-up

收稿日期: 2022-04-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671515, 41301612, 52078346); 深圳市人居环境委员会生态文明建设处项目(SZCG2017151338).

作者简介: 卢世君, 硕士研究生, 主要从事风景园林生态学研究.

通信作者: 赵娟娟, 副教授, 硕士研究生导师.

area of Shenzhen, this paper analyzes the essential characteristics of the species composition of various types of urban plants, and puts forward some suggestions on the control measures. A total of 963 species of urban plants in the built-up area of Shenzhen were recorded, and 30 dominant species were selected according to the value of importance. Harmful plants included 97 species of toxic plants, 48 species of invasive plants, 186 species of allergenic pollen plants. In addition, there were 45 species of rare and endangered plants. Among the main dominant plants, species with the highest relative abundance were the arbor (*Ficus macrocarpa*), shrub (*Heptapleurum arboricola*) and herb (*Zoysia matrella*). Among the invasive plants, 87.50% were herbaceous plants and 70.83% came from America. *Axonopus compressus*, with high importance, has become the dominant invasive species of herbaceous community in the built-up area of Shenzhen. The poisonous plants were mainly Euphorbiaceae and Araceae. There were 33, 38 and 26 species of plants with high, medium and low toxicity, respectively, with the highest abundance occurred in the road green space. Among the rare and endangered plants, there were six species of extremely endangered (CR), ten species of endangered (EN) and 22 species of vulnerable (VU). The number of species was the highest in the park green space. A total of 95 plants suffered from diseases, 190 plants suffered from insect pests, and 151 plants exhibited poor growth. This paper reveals the species composition and distribution characteristics of various types of urban plants in the built-up area of Shenzhen, which provides a certain reference for the study of urban plant diversity, the protection and utilization of urban plants.

Key words: invasive plants; poisonous plants; species composition; Shenzhen

全球城市化发展迅猛,联合国预测,到 2050 年全球将有 66% 的人口居住在城市区域^[1]. 城市大部分居民很难在日常生活中接触到大自然,而城市植物和动物就是他们所能接触到的自然替代品^[2-3]. 城市植物对城市人类和野生动物具有重要的社会和生态服务功能,城市植物的研究对人类福祉具有重要意义^[4-5]. 植物种类构成是城市植物的基础研究^[6],比多样性指标更能反映群落植物种类的特征,能够反映单一植物多样性指标所反映不了的生态问题和生态过程^[7]. 目前国内对城市植物种类构成的研究较少,主要集中在城市植物多样性、区系类型、来源结构、生活型构成、优势种构成、影响因素等方面^[7-10].

随着城市化逐渐成为全球环境变化的主要驱动因素之一,城市植物物种构成、数量特征及其产生的不利影响已经引起了人们的广泛关注^[11-13]. 城市植物主要包括城市区广泛分布、数量占较大比例的优势植物,及其他数量较少的植物,城市优势植物以少量物种占据城市植物数量的大部分,其他大量非优势植物在生物量上起较小作用,但在景观、生态和生物学方面起着重要的作用^[14-15]. 在数量较少的植物种类中,珍稀濒危保护植物,以及入侵植物、有毒植物、花粉致敏植物等有害植物都对植物多样性起到了特殊的作用,值得更多关注.

珍稀濒危保护植物包括珍稀濒危植物和重点保护植物两方面^[16]. 根据国际自然及自然资源保护联盟(IUCN)估计,全球面临灭绝危险的植物种类到 21 世纪将达到 5~6 万种^[17]. 珍稀濒危植物的快速灭绝严重威胁人类自身的生存与发展^[18-19],相关研究已成为我国生物多样性研究的重大课题. 城市绿地空间可以为本地的濒危物种提供生境,早在 20 世纪 80 年代,德国就开始通过城市“杂草保护区”保护生物多样性^[20]. 珍稀濒危植物中也有不少绿化观赏树种,可以在城市建设中发挥作用^[21]. 目前湖南^[22]、广东^[23]、江苏^[24]、桂林^[25]等省(市)已经报道城市中的珍稀濒危植物及其园林应用.

21 世纪初以来,有害植物的负面影响作为生态系统服务概念的“盲点”受到关注. 在城市环境中,城市植物除了提供正面的生态系统服务外,在特定条件下还有一些负面影响,如植物花粉引起的过敏,根系生长、枝果掉落破坏城市的基础设施等,被称为城市生态系统危害(UEDS)^[26]. 在城市化进程加快的大背景下,大量本地野生植物和外来观赏植物被引进城市绿地,可供选择应用的植物种类也越来越多^[27]. 如果将植物的功能定义为效益,仅仅强调城市植物的正面功能,没有充分注意各种不可避免的危害,可能会产生

诸多负效益^[28]。例如, 外来植物的引入, 虽然在一定程度上增加了植物多样性, 但如果成为入侵种则可能导致当地生物多样性的丧失; 有毒有害植物更会危害居民健康, 甚至危及生命。

外来入侵物种(IAPs)指“在不同的栖息地和发生范围内, 个体在多个地点分散、生存和繁殖的引入物种”^[29]。城市环境与当地自然环境不同, 且植物中外来物种占很大比例, 为外来入侵植物的建立、扩散和繁殖提供了机会^[30-31]。调查城市外来入侵植物不仅为早期发现和预防提供了依据, 也为外来入侵植物的管理提供了参考^[32]。目前, 我国对城市入侵植物的研究还较少, 主要集中在植物调查、入侵物种清单及外来入侵植物风险评估等方面^[33-35]。外来入侵植物的分布动态作为基础信息也至关重要, 有学者基于 Maxent 模型对入侵植物进行适生区预测, 结果显示这些植物的适宜生境在未来都将显著扩大, 但扩张程度不同^[36]。据预测, 在当前的全球环境变化下, 植物入侵还将进一步增加^[37]。

有毒植物研究是古老的实用科学之一, 人类在寻找食物、药物的过程中积累了有毒植物的大量知识。1987 年出版的《中国有毒植物》^[38]是我国关于有毒植物最完整、最系统的书籍资料。我国对城市园林有毒植物的研究始于 1996 年, 很多文章是实地调查的研究成果。特别是近 20 年来, 我国一些城市对有害植物进行了调查, 包括上海、青岛、北京、杭州等, 但深圳有害植物的研究仍未见报道^[39]。目前主要研究内容集中在城市有毒植物的种类、数量、毒性等方面^[27,40-42], 研究结果显示, 各城市园林有毒植物以被子植物为主, 集中在大戟科(Euphorbiaceae)、夹竹桃科(Apocynaceae)、天南星科(Araceae)等, 生长型以草本为主, 毒性以中毒、低毒为主, 剧毒较少, 食用剂量不足不会致命^[27]。总体上, 对城市中影响人类健康福祉的有毒植物, 目前研究报道依然很少。

随着城市的迅猛发展, 由于缺乏相关认知, 在城市建设中对城市植物缺少管控的情况时有发生。深圳是我国拥有口岸数量最多、出入境人员最多的城市, 且气候温和湿润, 雨水充足, 给城市植物的引入和生存繁殖提供了良好条件。本文针对深圳市建成区城市植物开展实地调查, 分析城市优势植物、珍稀濒危植物、入侵植物、有毒植物等重要类型植物的种类构成与分布特征, 为我国开展城市植物生态研究提供一定的参考, 也为相关部门对城市植物进行应用、选择和管理等提供一定的理论依据。

1 研究区域

深圳市位于北回归线以南, 介于 113°43′~114°38′E, 22°24′~22°52′N 之间。据统计, 截至 2021 年底, 全市绿地面积 96 868.33 hm², 其中建成区绿地面积 35 443.02 hm², 建成区绿地率 37.07%^[43]。深圳下辖 9 个行政区和 1 个新区: 福田区、罗湖区、盐田区、南山区、宝安区、龙岗区、龙华区、坪山区、光明区, 大鹏新区。亚热带季风气候, 雨量丰沛, 气候宜人。夏季偏东南风盛行, 湿热多雨; 其余季节晴朗少雨。整体气候温和, 常年平均气温 23.0℃。本研究所涉及范围主要为深圳市建成区绿地。

2 研究方法

2.1 调查方法

深圳市城市植物调查采用基于百米网格的电脑随机抽样法。首先采用 100 m×100 m 的等距网格覆盖深圳市的 SPOT 5 遥感图像。然后在网格单元中电脑随机抽 600 个 1 hm² 样地进行调查。调查时在确保调查人员安全的基础上, 对整个单元格中可调查的所有乔灌植物种类进行调查。对草本层采用 1 m×1 m 的样方, 选取样地斑块中物种较为丰富的典型草本群落进行抽样调查, 调查样方量采用物种数累积法确定, 当新样方调查到的物种数小于样地斑块中物种数的 10% 时, 达到足够的取样量, 一般取 3~5 个样方。对各乔木植物种调查种名、株数、胸径、冠幅、树高, 对各灌木植物种调查种名、株数、均高、单株均宽、单株均长, 对草本样方中各草本植物种调查种名、均高、频数、盖度。乔、灌、草植物各项指标的具体测量参考美国 URORE 模型的调查手册^[44]和赵娟娟等^[45]的方法。

2.2 数据处理

2.2.1 各类植物的确定方法

有学者认为, 有害植物指植物本身不含有毒成分, 但它的植株或种子、果实是有钩刺或芒, 常常刺伤

家畜造成机械损伤或降低畜产品质量,重则也能引起家畜死亡的植物^[46].这里的有害植物主要是区别于植株本身有毒的植物,可在畜牧业方面造成不良影响^[47-49].在植物界,通常认为对其他植物个体或种群会造成一定影响的植物是有害植物;更为广泛的认为有害植物是指对其他生物,包括人类、动植物等造成一定影响的植物.本文研究的有害植物,是指能直接或间接对人、植物、动物等造成一定程度上的不良影响的植物.这一不良影响包括动物或某一特定人群通过误食、误触、误闻等行为,对自身健康造成潜在危害.

有毒植物是指含植物毒素、能够对家畜造成死亡或某些组织器官等暂时性至永久性伤害的植物^[38].其主要毒理作用有精神性中毒、神经系统中毒、呼吸系统中毒、免疫系统中毒、皮肤和黏膜刺激性中毒、器官损伤性中毒和致癌、致突变及致畸胎作用等^[50].本文根据《中国有毒植物》^[38],在所有植物种类中筛选出有毒植物,并将有毒植物中仅能使人畜产生某些轻微不良反应并不致死的植物归类为毒性小,将有毒植物中仅小剂量就能使人畜产生严重中毒反应甚至死亡的植物归类为毒性大,剩下的归类为毒性中.

本文根据《中国外来入侵种》^[51]《中国第一批外来入侵物种名单》^[52]《中国第二批外来入侵物种名单》^[53]《中国外来入侵物种名单(第三批)》^[54]《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第四批)》^[55]等,在所有植物种类中筛选出入侵植物.

珍稀濒危植物是在经济、科研等方向具有特殊重要价值,而其分布有一定局限性,种群数量又很少,在整个分布区受人为破坏或自身繁殖原因处于灭绝危险或者属于某一分布区特有的植物^[16].重点保护植物是将经济和科研价值放在首位并受国家法律保护的植物^[16].本文根据《中国生物多样性红色名录》^[56]《国家重点保护野生植物名录》^[57]《濒危野生动植物种国际贸易公约附录 II》^[58]确定珍稀濒危保护植物清单.

2.2.2 重要值计算

重要值(Importance value, IV, 以 V 表示)表征该物种在群落中的优势程度^[59],其计算方法如下:

乔木层重要值:

$$V_{\text{乔木}} = (F_r + D_r + P_r) / 3 \tag{1}$$

灌木层重要值:

$$V_{\text{灌木}} = (F_r + D_r + C_r) / 3 \tag{2}$$

草本层重要值:

$$V_{\text{草本}} = (F_r + C_r) / 2 \tag{3}$$

式中, F_r 为第 r 种植物的相对频度, D_r 为第 r 种植物的相对多度, P_r 为第 r 种植物的相对显著度, C_r 为第 r 种植物的相对盖度.

3 结果与分析

3.1 深圳市建成区优势植物的种类构成

此次调研共记录深圳市建成区植物 963 种,隶属于 149 科 578 属(图 1).种数 20 以上的大科涉及 429 种植物,11~20 种的较大科涉及 188 种植物,这些科共占建成区植物总种数的 64.07%,其中种数最多的科是禾本科(Gramineae)、豆科(Leguminosae)、菊科(Compositae)、大戟科、天门冬科(Asparagaceae)等.乡土植物共有 122 科 350 属 509 种,其中,禾本科(32 属 51 种)、豆科(27 属 33 种)、菊科(17 属 23 种)是最主要的科.外来植物 93 科 316 属 454 种,占总种数的 47.14%,其中国外外来种数(344 种)远超过国内外来种数(110 种).外来植物中种数较多的科有豆科(35 种)、禾本科(27 种)、天门冬科(25 种)、菊科(24 种)、棕榈科(Palmae, 23 种)、大戟科(21 种).

根据重要值对深圳市建成区各绿地植物种进行排序,得到重要值最高的前 10 位种乔、灌、草植物作为

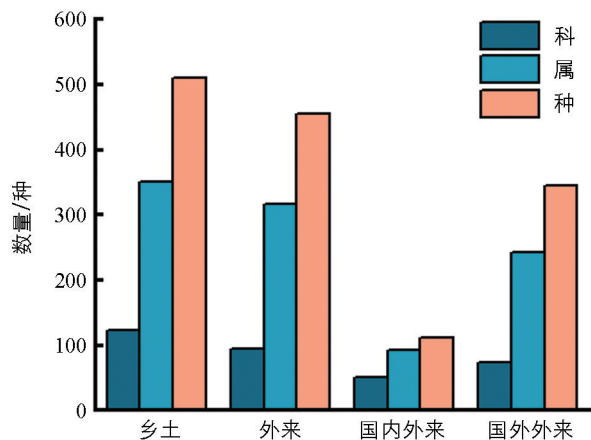


图 1 植物来源构成

优势物种(表 1)。乔木层优势种中榕树(*Ficus microcarpa*)、垂叶榕(*Ficus benjamina*)、黄葛树(*Ficus virens*)和高山榕(*Ficus altissima*)均为桑科榕属植物。优势乔木共占有乔木植物总株数的 30.06%。乔木层优势种中相对多度最高的物种是榕树(4.34)、荔枝(*Litchi chinensis*, 4.22)和小叶榄仁(*Terminalia neotaliala*, 3.81), 而相对频数最高的物种是榕树(3.81)、凤凰木(*Delonix regia*, 2.98)和樟(*Cinnamomum camphora*, 2.75), 平均胸径最高的树种是高山榕(57 cm)、榕树(50 cm)和黄葛树(49 cm)。灌木层优势种中, 鹅掌藤(*Heptapleurum arboricola*)的重要值最大, 相对多度(10.29)、相对盖度(6.06)均位于首位。金叶假连翘(*Duranta erecta* ‘Golden Leaves’)、龙船花(*Ixora chinensis*)及朱槿(*Hibiscus rosa-sinensis*)为绿地植被常见种, 相对多度、相对频度均比较高, 分别在 5.49~10.29, 3.42~4.05 之间, 在灌木层植物中占有重要地位。优势灌木共占有灌木植物总株数的 54.11%。草本层优势种中, 沟叶结缕草(*Zoysia matrella*)以占绝对优势的相对盖度(13.98)位于重要值首位, 且远超过排在第 2 位的地毯草(*Axonopus compressus*)。优势草本共占有草本植物总盖度的 48.54%。此外, 草本层中的优势种还有南美蟛蜞菊(*Sphagneticola trilobata*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)和狗牙根(*Cynodon dactylon*)等, 盖度均相对较大, 在 5.69~13.98 之间。总体上, 草本层植物种类丰富, 但以少数植物种为主体, 优势性比较明显。

表 1 重要值前 10 位的物种

物种	乔木层	灌木层	草本层
重要值前 10 位的物种(以重要值为序)	榕树、荔枝、垂叶榕、大王椰(<i>Roystonea regia</i>)、高山榕、黄葛树、小叶榄仁、凤凰木、樟、糖胶树(<i>Alstonia scholaris</i>)	鹅掌藤、金叶假连翘、龙船花、朱槿、红背桂(<i>Excoecaria cochinchinensis</i>)、叶子花(<i>Bougainvillea spectabilis</i>)、黄金榕(<i>Ficus microcarpa</i> ‘Golden Leaves’)、假连翘(<i>Duranta erecta</i>)、灰莉(<i>Fagraea ceilanica</i>)、散尾葵(<i>Dypsis lutescens</i>)	沟叶结缕草、地毯草、南美蟛蜞菊、狗牙根、鬼针草、海芋(<i>Alocasia odora</i>)、红尾翎(<i>Digitaria radicata</i>)、酢浆草(<i>Oxalis corniculata</i>)、蓝花草(<i>Ruellia simplex</i>)、伞房花耳草(<i>Hedyotis corymbosa</i>)

3.2 深圳市建成区有害植物的种类构成

根据样地调查数据, 深圳市建成区共有有害植物 81 科 179 属 295 种, 其中包括有毒植物 42 科 77 属 97 种, 入侵植物 18 科 42 属 48 种, 花粉致敏植物 46 科 92 属 186 种(图 2)。所有有害植物中, 同时属于两种以上有害类型的植物共 33 种。各科有害植物中, 豆科种类最多, 达 31 种, 其次是禾本科(26 种)、大戟科(26 种)、菊科(22 种)、桃金娘科(*Myrtaceae*, 18 种)、棕榈科(17 种)、夹竹桃科(12 种)。深圳本地种 150 种, 占有害植物总种数的 50.85%; 国内引进种 29 种, 占 9.83%, 国外引进种 116 种, 占 39.32%。

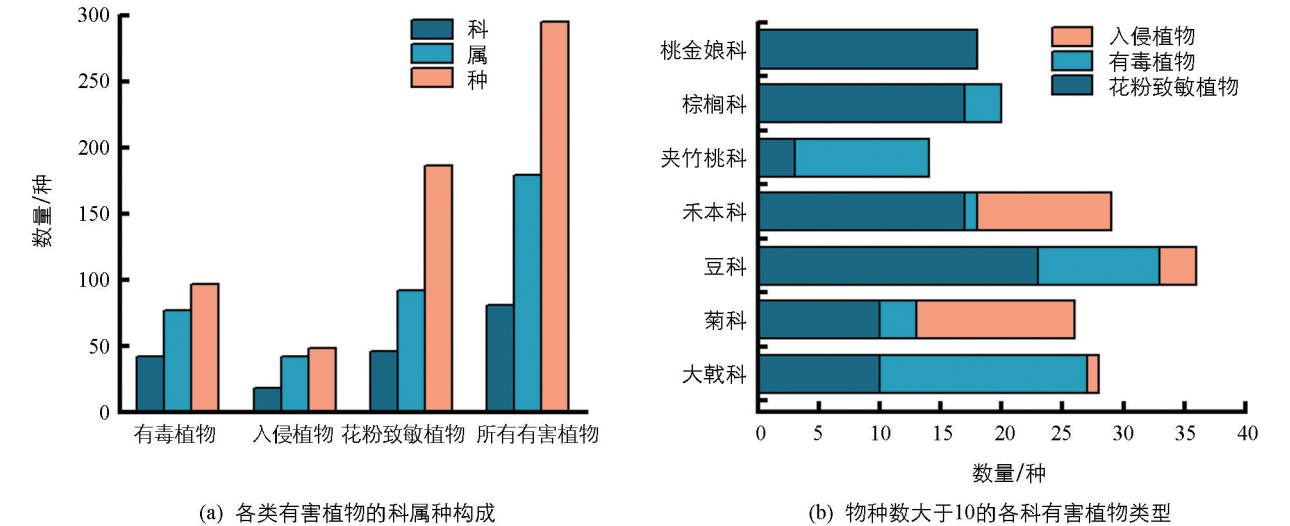
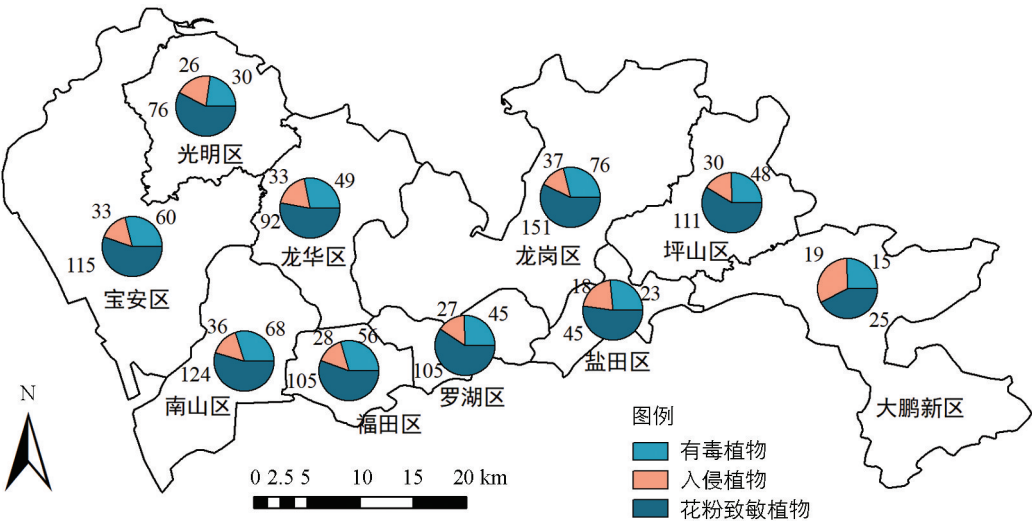


图 2 有害植物科属种情况

各类有害植物在深圳市各行政区的种数除大鹏新区外，由多到少依次为花粉致敏植物、有毒植物、入侵植物(图 3)。花粉致敏植物比例最大的为罗湖区，占 59.32%，共 105 种；其次是坪山区、光明区、龙岗区、福田区、宝安区、南山区、龙华区、盐田区，且均超过了该行政区有害植物种类的一半。有毒植物在南山区所占比例最大，为 29.82%，其次是福田区、宝安区、龙岗区、龙华区、盐田区、罗湖区、大鹏新区、坪山区、光明区。就入侵植物种数所占比例而言，大鹏新区(32.20%)、盐田区(20.93%)入侵植物种数占比较高，最低是龙岗区，占 14.02%。总体上，龙岗区的有害植物种数最多(246 种)，其次是南山区(207 种)、宝安区(192 种)，盐田区(75 种)、大鹏新区(51 种)的有害植物种相对较少。



花粉致敏植物的定义及测量方法等参见张曼琳等^[60]。

图 3 深圳市建成区 3 类有害植物的分布

3.2.1 入侵植物的种类构成

入侵植物中，菊科是最主要的科，包含 13 个种；其次是禾本科，包含 11 个种。从生长型来看，草本植物占 87.50%，重要值较高的地毯草已经成为深圳市建成区草本群落的优势入侵物种。调查中还发现外来入侵种微甘菊(*Mikania micrantha*)数量很大；乔、灌入侵物种有银合欢(*Leucaena leucocephala*)、马缨丹(*Lantana camara*)、水茄(*Solanum torvum*)、假烟叶树(*Solanum erianthum*)。就来源而言，所记录到的入侵植物中有 70.83%来源于美洲。

从各行政区的分布来看，龙岗区的入侵植物种数最多，达 37 种，其次是南山区 36 种，宝安区、龙华区均为 33 种，坪山区 30 种，福田区、罗湖区、光明区分别为 28，27，26 种，大鹏新区为 19 种，盐田区最低，为 18 种。银合欢作为调查中记录的唯一乔木状入侵植物种，主要分布在南山区和龙岗区。马缨丹作为数量最多的灌木状入侵植物种，在各行政区中分布较普遍，龙岗区的数量最多，其次是龙华区和南山区。水茄、假烟叶树仅少量分布，且多在龙岗区。各绿地类型中，道路绿地的入侵植物种数最多，涉及全部 48 种入侵植物。单位绿地、公园绿地、居住区绿地、荒地中的入侵植物种数也较多，分别为 43，38，36，34 种，滨河绿地及广场绿地分布种类较少，分别为 18，9 种。

3.2.2 有毒植物的种类构成

此次调研共记录到有毒植物 42 科 77 属 97 种，其中，本地植物 11 科 12 属 54 种，占总种数的 55.67%，以大戟科、天南星科为主，各有 20 种；国内外来植物 9 种，国外外来植物 34 种，共隶属于 8 科 9 属。按有毒程度分类，毒性大(表 2)、中、小的植物各有 33，38 和 26 种。按有毒部位分类，全株有毒的植物占比最大，共 33 种；其次是叶有毒和乳汁有毒的植物，分别为 24 种和 21 种。毒性大的植物中，种数最多的是大戟科，共 15 种。占全部有毒植物种数的 15.46%；其次是夹竹桃科和天南星科，分别有 6 种，占 6.19%。各绿地类型中乔、灌、草有毒植物种数差异不大，藤本植物较少，其中鸡矢藤(*Paederia foetida*)在各绿地类型中均有出现。乔、灌、藤有毒植物株数最多的绿地类型是道路绿地，其中灌木有毒植物株数为 12 392 株，远

远多于其他生长型; 居住区绿地、公园绿地中也较高, 达 10 639, 10 329 株; 单位绿地中仅为 3 289 株. 而草本有毒植物频数最高的绿地类型是道路绿地, 其次为公园绿地、居住区绿地、单位绿地, 分别为 2 268, 2 090, 1 642, 1 024.

将各生长型中毒性大的有毒植物按单个样点内的数量排序, 发现乔木中数量最多的是龙岗区龙岗街道碧新路 2306 号龙园, 有夹竹桃(*Nerium oleander*)83 株; 灌木中数量最多的是光明区凤凰街道光侨路松园大厦, 有黄蝉(*Allamanda schottii*)880 株; 草本中数量最多的是龙岗区平湖街道嘉湖路, 有海芋(*Alocasia odora*)72 株.

表 2 毒性大的有毒植物清单

科名	种名	拉丁名	有毒部位	中毒方式
大戟科	霸王鞭	<i>Euphorbia royleana</i>	枝叶、乳汁	食用
	蓖麻	<i>Ricinus communis</i>	全株、种子	食用
	黑面神	<i>Breynia fruticosa</i>	枝叶	食用
	红雀珊瑚	<i>Pedilanthus tithymaloides</i>	枝叶、乳汁	食用
	木薯	<i>Manihot esculenta</i>	全株	食用
	乌桕	<i>Triadica sebifera</i>	枝叶、果、乳汁	食用
	斑地锦草	<i>Euphorbia maculata</i>	全株	食用
	地锦	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	全株	食用
	飞扬草	<i>Euphorbia hirta</i>	全株	食用
	虎刺梅	<i>Euphorbia milii</i> var. <i>splendens</i>	乳汁	接触
	火殃筋	<i>Euphorbia antiquorum</i>	枝叶、乳汁	食用、接触
	金刚纂	<i>Euphorbia neriifolia</i>	枝叶、乳汁	食用、接触
	绿玉树	<i>Euphorbia tirucalli</i>	乳汁	食用、接触
	洒金变叶木	<i>Codiaeum variegatum</i> ‘Aucubaefolium’	乳汁	食用、接触
	一品红	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	乳汁	接触
夹竹桃科	黄花夹竹桃	<i>Thevetia peruviana</i>	全株、乳汁	食用
	夹竹桃	<i>Nerium oleander</i>	全株	食用
	沙漠玫瑰	<i>Adenium obesum</i>	乳汁	食用
	长春花	<i>Catharanthus roseus</i>	根、枝叶	食用
	重瓣狗牙花	<i>Tabernaemontana divaricata</i> ‘Flore Pleno’	枝叶、皮	食用
	黄蝉	<i>Allamanda schottii</i>	乳汁	食用
天南星科	海芋	<i>Alocasia odora</i>	全株	接触
	黛粉芋	<i>Dieffenbachia seguine</i>	全株、乳汁	食用、接触
	犁头尖	<i>Typhonium blumei</i>	全株	食用
	野芋	<i>Colocasia antiquorum</i>	全株	食用
	尖尾芋	<i>Alocasia cucullata</i>	全株	食用
	芋	<i>Colocasia esculenta</i>	乳汁	食用
豆科	台湾相思	<i>Acacia confusa</i>	种子	食用
	紫藤	<i>Wisteria sinensis</i>	果、种子	食用
银杏科	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	果	食用
葫芦科	甜瓜	<i>Cucumis melo</i>	蒂	食用
萝藦科	牛角瓜	<i>Calotropis gigantea</i>	乳汁	食用
石蒜科	文殊兰	<i>Crinum asiaticum</i> var. <i>sinicum</i>	全株	食用

3.2.3 花粉致敏植物的种类构成

花粉致敏植物中,豆科植物最多,共 21 种,占有致敏植物种数的 11.29%;其次是桃金娘科植物,有 18 种,占有致敏植物种数的 9.68%;禾本科植物 16 种,占有致敏植物种数的 8.60%。

3.3 深圳市建成区珍稀濒危植物的种类构成

本次调查共记录到珍稀濒危植物 29 科 38 属 45 种(表 3),其中涉及《中国生物多样性红色名录》所列极危(CR)物种 6 种,濒危(EN)物种 10 种,易危(VU)物种 22 种,近危(NT)物种 7 种。涉及《国家重点保护野生植物名录》I 级保护植物 2 种,分别为董棕(*Caryota urens*)、仙湖苏铁(*Cycas szechuanensis*);II 级保护植物 4 种,即土沉香(*Aquilaria sinensis*)、水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)、银杏和苏铁蕨(*Brainea insignis*)。涉及《濒危野生动植物种国际贸易公约附录 II》植物 3 种:紫檀(*Pterocarpus indicus*)、苏铁(*Cycas revoluta*)、仙湖苏铁。珍稀濒危植物的种数以公园绿地最高,达 33 种;其次是道路绿地和居住区绿地,分别是 21 种和 20 种。

珍稀濒危植物中,发现病害情况的有紫檀、董棕、扁桃(*Amygdalus communis*)、中国无忧花(*Saraca dives*)、蒲葵(*Livistona chinensis*)、毛果杜英(*Elaeocarpus rugosus*)、斯里兰卡天料木(*Homalium ceylanicum*)、苏铁,共计 95 株,其中蒲葵和斯里兰卡天料木的病害株数分别为 31 株和 30 株;发现虫害的有紫檀、扁桃、蒲葵、大青树(*Ficus hookeriana*)、毛果杜英、青梅(*Vatica mangachapoi*)、五桠果(*Dillenia indica*)、壳菜果(*Mytilaria laosensis*)、土沉香,共 190 株,其中扁桃、蒲葵各有 84 株和 52 株;生长不良的有竹柏(*Nageia nagi*)、蝴蝶果(*Cleidiocarpon cavaleriei*)、黄檀(*Dalbergia hupeana*)、蒲葵、罗汉松(*Podocarpus macrophyllus*)、土沉香、江边刺葵(*Phoenix roebelenii*)、银杏、扁桃、黄兰(*Cephalantheropsis obcordata*)、董棕、苏铁、中国无忧花,共 151 株,其中罗汉松 36 株,蒲葵 21 株。另外草本发现盖裂果 1 种有虫害,盖裂果、松叶蕨(*Psilotum nudum*)2 种存在生长不良现象。蒲葵、斯里兰卡天料木、扁桃、罗汉松是生长状况出现问题较多的珍稀濒危植物种,在养护管理上值得重点关注。

表 3 深圳市建成区《中国生物多样性红色名录》珍稀濒危植物

ICUN 标准	珍稀濒危植物种名
CR	紫檀、细叶凤尾蕨(<i>Pteris angustipinna</i>)、大青树、苏铁、仙湖苏铁、银杏
EN	银珠(<i>Peltophorum dasyrrhachis</i> var. <i>tonkinensis</i>)、狗牙花(<i>Tabernaemontana divaricata</i>)、棒节石斛(<i>Dendrobium findlayanum</i>)、竹柏、亮叶木莲(<i>Manglietia lucida</i>)、夜香木兰(<i>Lirianthe coco</i>)、白桂木(<i>Artocarpus hypargyreus</i>)、小果柿(<i>Diospyros vaccinioides</i>)、长柄银叶树(<i>Heritiera angustata</i>)、五桠果
VU	蝴蝶果、中国无忧花、毛果杜英、南方红豆杉(<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>)、壳菜果、鼓槌石斛(<i>Dendrobium chrysotoxum</i>)、美花石斛(<i>Dendrobium loddigesii</i>)、青梅、罗汉松、紫玉兰(<i>Yulania liliiflora</i>)、鸡爪槭(<i>Acer palmatum</i>)、盖裂果(<i>Mitracarpus hirtus</i>)、扁桃、土沉香、水蕨、松叶蕨、苏铁蕨、银叶树(<i>Heritiera littoralis</i>)、斯里兰卡天料木、董棕、江边刺葵、蒲葵
NT	黄檀、海桑(<i>Sonneratia caseolaris</i>)、黄兰、乐昌含笑(<i>Michelia chapensis</i>)、玉兰(<i>Magnolia denudata</i>)、桫欏(<i>Alsophila spinulosa</i>)、大野芋(<i>Leucocasia gigantea</i>)

注: ICUN 标准为世界自然保护联盟界定的物种保护级别, CR 为极危, EN 为濒危, VU 为易危, NT 为近危。

4 讨论与结论

4.1 讨论

本文对深圳市城市植物中起重要作用的优势植物、珍稀濒危植物及有害植物的种类构成进行了分析。调查共记录了 963 种植物,其中外来植物占 47.14%,筛选出重要值前 10 位的乔、灌、草植物,共占乔木、灌木株数的 30.06%和 54.11%及草本盖度的 48.54%,证实城市植物优势种在数量上占比很

大, 具有明显的优势性^[7, 14-15]. 乔木层优势种中有 4 种为桑科榕属植物, 这类植物普遍具有根系发达、生命力旺盛、四季常绿的特点, 被广泛应用于城市道路及广场、公园或附属绿地中. 我国东南部地区, 街道两旁通常都会选用树形高阔且生长迅速的植物以提供荫凉, 如榕树和高山榕; 如果道路较为狭窄, 则用可被修剪成灌木状的植物, 如垂叶榕, 不仅可以美化城市环境, 还可以为路人和行车指引方向^[61]. 榕属植物主要发源于热带雨林, 对于热带和亚热带地区的生长环境十分适应, 在深圳绿地中生长旺盛、枝叶繁茂, 很适合推广种植.

灌木层优势种中, 鹅掌藤的重要值最大, 相对多度、相对盖度也均位于首位, 具有突出重要的作用, 其生态环境影响值得深入研究. 另外几种灌木优势植物同样具有一些优良品质, 其中金叶假连翘是我国南方重要的彩叶植物, 观赏价值高, 应用形式丰富, 被广泛应用于草坪、道路、居住区等绿地; 龙船花株型优美且花期较长, 是热带、亚热带良好的绿化植物, 丛植或群植于公园、道路和居住区等地; 红背桂叶片背面呈紫红色, 极具观赏价值, 常用于公园、居住区等林缘绿化. 草本层优势种中, 沟叶结缕草占绝对优势, 且远超过第 2 位的地毯草, 这两种植物都是在深圳适应性较好的草坪草种类.

本次调查的各种绿地类型中均发现了入侵植物, 其种类构成的主要特点与我国外来入侵植物的总体特点相一致^[62], 如以草本植物为主, 菊科是最主要的科, 约 7 成的入侵植物来源于美洲. 菊科植物为世界分布科, 具有广泛的适应性. 其瘦果小而种实量大, 且种子质量轻, 具有冠毛、钩刺等, 有助于扩散传播^[63]. 另外, 深圳地处东南沿海, 其气候条件与南美洲相似, 因此会有利于原产于南美洲的植物进行定居和扩散^[64]. 各种绿地类型中道路绿地调查到的入侵植物种数最多. 多项研究表明, 道路作为一种特殊的生境类型, 凭借其连通性已经成为外来植物入侵的主要通道^[65].

深圳市建成区有毒植物以灌木型为主, 且在道路绿地中分布较多, 大大增加了人类植物中毒的风险. 另外, 许多观赏植物不是本地植物, 城市居民难以识别其是否有毒. 儿童是城市居民中最脆弱的群体, 缺乏对未知植物进行规避的意识, 同时其发育状态和新陈代谢使他们更容易受到有害物质的影响^[66-67]. 国外的学前教育装备标准中对有毒有害植物进行了一定程度的规范^[68]. 我国学前教育法规、标准也明确规定托儿所、幼儿园及儿童游乐场等严禁种植有毒、带刺、有刺激性的植物^[69-70]. 而此次调查中发现, 某儿童公园样地中种植有 750 株有毒植物, 这些潜在危害更加验证了城市有毒植物研究的必要性. 但有毒植物的毒性研究具有较高的不确定性. 植物毒素的化学成分不一样, 植物单体中有毒物质的含量以及中毒个体对有毒物质的抗性差异也很大, 并且从兽医学中收集的证据不一定适用于人类, 这些因素都导致了有毒植物的研究较为困难, 但这些不确定性也意味着在某些情况下过高估计风险的预防措施是合理的^[66].

各类有害植物在城市植物的应用中应当谨慎. 针对深圳市建成区的有害植物分布现状, 提出以下管控防治措施: 1) 已经种植的有毒(大戟科、夹竹桃科、天南星科大部分植物都有很大的毒性)植物种类, 应挂牌或制作植物解说警示标识, 避免误触或误食造成过敏或中毒; 2) 加大宣传力度, 让更多的市民了解有害植物种类, 提升自我防范意识, 同时提高公众对有害植物危害性的认识^[71]; 3) 对于入侵植物的潜在危害, 可建立适当的风险评估体系, 被列入高风险的入侵植物应禁止引种并严格管控, 中风险、低风险入侵植物也要引起重视, 做好集中治理及科学监测工作^[71]; 4) 对于幼儿园、儿童游乐场这类脆弱人群密度较高的场所, 制定禁用植物清单, 加强监管, 避免有害植物的致敏或致毒风险. 值得注意的是, “有害植物”与“有利植物”并不是非黑即白, 这些植物“适用”和“适量”是决定植物是否“有害”或“有利”的关键. 在正确认识有害植物的基础上合理应用, 对其有害的一面采取防治措施, 变“害”为“益”, 让“有害植物”在城市绿地中也能发挥作用.

4.2 结论

综上所述, 本次调查共记录到植物 149 科 578 属 963 种, 乡土植物占 52.86%, 且以榕树、鹅掌藤、沟叶结缕草等为主的优势植物占重要地位. 有害植物包括以豆科、大戟科为主的有毒植物 97 种, 菊科为主的入侵植物 48 种, 以及豆科为主的花粉致敏植物 186 种. 3 类有害植物在各行政区及绿地类型中均有分布,

建议加强有害植物潜在危害的进一步评估,特别是被广泛应用的高频植物,应在充分了解其生态系统危害的前提下,加强管理,谨慎应用。此外,还调查到珍稀濒危植物 45 种,以公园绿地的应用最为丰富,但在各绿地中的应用不均匀,只有少数植物应用较多,其他则零星分布,需加强对珍稀濒危植物的合理开发并应用于城市建设中。

参考文献:

- [1] UNITED NATIONS. 2014 Revision of the World Urbanization Prospects [EB/OL]. (2014-07-10) [2022-01-20]. <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html>.
- [2] GREGOR T, BÖNSEL D, STARKE-OTTICH I, et al. Drivers of Floristic Change in Large Cities-a Case Study of Frankfurt/Main (Germany) [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2012, 104(2): 230-237.
- [3] JOGAN N, KÜZMİÇ F, ŞİLC U. Urban Structure and Environment Impact Plant Species Richness and Floristic Composition in a Central European City [J]. *Urban Ecosystems*, 2022, 25(1): 149-163.
- [4] KABISCH N, QURESHI S, HAASE D. Human-environment Interactions in Urban Green Spaces-A Systematic Review of Contemporary Issues and Prospects for Future Research [J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2015, 50: 25-34.
- [5] SANDIFER P A, SUTTON-GRIER A E, WARD B P. Exploring Connections among Nature, Biodiversity, Ecosystem Services, and Human Health and Well-being: Opportunities to Enhance Health and Biodiversity Conservation [J]. *Ecosystem Services*, 2015, 12: 1-15.
- [6] PICKETT S T A, CADENASSO M, GROVE M, et al. Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2003, 32(1): 127-157.
- [7] ZHAO J J, OUYANG Z Y, ZHENG H, et al. Plant Species Composition in Green Spaces within the Built-up Areas of Beijing, China [J]. *Plant Ecology*, 2010, 209(2): 189-204.
- [8] LI W F, OUYANG Z Y, MENG X S, et al. Plant Species Composition in Relation to Green Cover Configuration and Function of Urban Parks in Beijing, China [J]. *Ecological Research*, 2006, 21(2): 221-237.
- [9] 张楠,董丽,王璇,等. 北京城市生态廊道草本植物组成及分布格局 [J]. *中国园林*, 2018, 34(6): 94-99.
- [10] 张丽,罗建. 西藏林芝市城区植物种类构成及其分布特征 [J]. *生态科学*, 2019, 38(4): 91-98.
- [11] TILMAN D. Biodiversity: Population Versus Ecosystem Stability [J]. *Ecology*, 1996, 77(2): 350-363.
- [12] SPEHN E M, HECTOR A, JOSHI J, et al. Ecosystem Effects of Biodiversity Manipulations in European Grasslands [J]. *Ecological Monographs*, 2005, 75(1): 37-63.
- [13] NAEEM S, THOMPSON L J, LAWLER S P, et al. Declining Biodiversity can Alter the Performance of Ecosystems [J]. *Nature*, 1994, 368(6473): 734-737.
- [14] SUDHA P, RAVINDRANATH N. A Study of Bangalore Urban Forest [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 47(1-2): 47-63.
- [15] JIM C Y. Heterogeneity and Differentiation of the Tree Flora in Three Major Land Uses in Guangzhou City, China [J]. *Annals of Forest Science*, 2002, 59(1): 107-118.
- [16] 郇旭鸽. 秦岭山地珍稀濒危保护植物及地理分布格局研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.
- [17] 林大影. 北京山地珍稀濒危植物分布及其生存群落特征研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [18] WHITTAKER R, ARAÚJO M, JEPSON P, et al. Conservation Biogeography: Assessment and Prospect [J]. *Diversity and distributions*, 2005, 11(1): 3-23.
- [19] CYRANOSKI D. China: Visions of China [J]. *Nature*, 2008, 454(7203): 384-387.
- [20] 卢毅军,朱康娣,杨国福,等. 基于光需求的濒危植物在城市绿地中再引入潜在生境分析 [J]. *浙江园林*, 2017(2): 12-17.
- [21] 贾春,刘兴剑,何树兰,等. 珍稀濒危树种的迁地保育以及在城市建设中的作用 [J]. *江苏林业科技*, 2002, 29(4):

27-30.

[22] 胡果生, 景义芳, 黄承前. 湖南珍稀濒危植物在园林中的应用与前景 [J]. 湖南林业科技, 1991, 18(1): 22-26.

[23] 张金泉. 广东省园林绿化珍稀濒危植物保护探讨(二) [J]. 广东园林, 2009, 31(3): 54-66.

[24] 朱晓芸, 田如男. 江苏省珍稀濒危保护植物资源及其园林应用前景 [J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(2): 56-61.

[25] 黄扬, 李在留, 郭松, 等. 珍稀濒危植物在桂林市市区园林绿化中的应用 [J]. 广西林业科学, 2016, 45(4): 469-472.

[26] VON DÖHREN P, HAASE D. Ecosystem Disservices Research: a Review of the State of the Art with a Focus on Cities [J]. Ecological Indicators, 2015, 52: 490-497.

[27] 陈霞. 中国城市园林植物中有毒植物研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(16): 7392-7394.

[28] LYYTIMÄKI J, SIPILÄ M. Hopping on one Leg-The Challenge of Ecosystem Disservices for Urban Green Management [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2009, 8(4): 309-315.

[29] BLACKBURN T M, PYŠEK P, BACHER S, et al. A Proposed Unified Framework for Biological Invasions [J]. Trends in Ecology & Evolution, 2011, 26(7): 333-339.

[30] FRANCIS R A, CHADWICK M A. Urban Invasions: Non-native and Invasive Species in Cities [J]. Geography, 2015, 100(3): 144-151.

[31] POTGIETER L J, GAERTNER M, KUEFFER C, et al. Alien Plants as Mediators of Ecosystem Services and Disservices in Urban Systems: a Global Review [J]. Biological Invasions, 2017, 19(12): 3571-3588.

[32] NATH P H, BABU S B, RAJ B D, et al. Spatial Distribution of Invasive Alien Plants in Pokhara Valley, Nepal [J]. Pakistan Journal of Botany, 2021, 53(3): 1015-1024.

[33] 芮振宇, 钟耀华, 刘姚, 等. 安徽省外来植物入侵状况分析 [J]. 生物安全学报, 2020, 29(1): 59-68.

[34] 张璞进, 赵利清, 梁晨霞, 等. 内蒙古外来植物入侵风险评价 [J]. 生态学杂志, 2019, 38(7): 1973-1981.

[35] 邓亨宁, 廖敏, 鞠文彬, 等. 成都市外来入侵植物种类特征及区系分析 [J]. 生物安全学报, 2020, 29(2): 135-141.

[36] TU W Q, XIONG Q L, QIU X P, et al. Dynamics of Invasive Alien Plant Species in China under Climate Change Scenarios [J]. Ecological Indicators, 2021, 129: 107919.

[37] LIUY J, ODUOR A M O, ZHANG Z, et al. Do Invasive Alien Plants Benefit more from Global Environmental Change than Native Plants [J]. Global Change Biology, 2017, 23(8): 3363-3370.

[38] 陈冀胜, 郑硕. 中国有毒植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.

[39] 赵宏. 我国七城市园林中有毒植物调查研究 [J]. 亚热带植物科学, 2006, 35(1): 52-56.

[40] 刘丽萍, 韦美玉, 宋丽莎. 都匀市园林绿化植物中的有毒植物调查分析 [J]. 河南农业, 2018(20): 24-26.

[41] 杨春. 上海市有毒园林植物调查研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.

[42] 王坤, 马立辉, 贺靖. 青岛城市园林植物中的有毒植物研究 [J]. 绿色科技, 2012(4): 117-119.

[43] 深圳市城市管理和综合执法局. 2021 年深圳市城市管理主要统计指标分析 [EB/OL]. (2022-04-25) [2023-01-18]. http://cgj.sz.gov.cn/sjfb/sjfd/content/post_9728200.html.

[44] NOWAK D J, CRANE D E, STEVENS J C, et al. The Urban Forest Effects (UEORE) Model: Field Data Collection Manual [M]. New York: Northeastern Research Station, 5 Moon Library, 2003.

[45] 赵娟娟, 欧阳志云, 郑华, 等. 城市植物分层随机抽样调查方案设计的方法探讨 [J]. 生态学杂志, 2009, 28(7): 1430-1436.

[46] 赵宝玉. 中国重要有毒有害植物名录 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.

[47] 董斌, 谢秀凤, 张祥会, 等. 广州城市绿地有害植物调查与防治对策 [J]. 亚热带植物科学, 2014, 43(4): 321-325.

[48] 张顺合, 张志华, 陈冬东. 外来有害植物入侵对我国生态安全的影响 [J]. 植物检疫, 2015, 29(4): 4-7.

[49] 黄乔乔, 沈奕德, 李晓霞, 等. 海南典型有害植物的入侵扩散机理研究进展 [J]. 生物安全学报, 2016, 25(1): 1-6.

[50] 宁工红. 常见毒物急性中毒的简易检验与急救 [M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2001.

[51] 李振宇, 解焱. 中国外来入侵种 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.

[52] 中华人民共和国生态环境部. 中国第一批外来入侵物种名单 [EB/OL]. (2003-01-10) [2022-01-20]. http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172155.html.

- [53] 中华人民共和国生态环境部. 中国第二批外来入侵物种名单 [EB/OL]. (2010-01-07) [2022-01-20]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201001/t20100126_184831.html.
- [54] 中华人民共和国生态环境部. 中国外来入侵物种名单(第三批) [EB/OL]. (2014-08-20) [2022-01-20]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201408/t20140828_288367.html.
- [55] 中华人民共和国生态环境部. 中国自然生态系统外来入侵物种名单(第四批) [EB/OL]. (2016-12-20) [2022-01-20]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161226_373636.html.
- [56] 中华人民共和国生态环境部. 中国生物多样性红色名录 [EB/OL]. (2013-09-02) [2022-01-20]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/t20130912_260061.html.
- [57] 国家林业和草原局 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录 [EB/OL]. (2021-09-07) [2022-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content_5636409.html.
- [58] 中华人民共和国濒危物种科学委员会. 濒危野生动植物种国际贸易公约附录Ⅱ [EB/OL]. (2019-12-12) [2022-01-20]. http://www.cites.org.cn/citesgy/fl/201911/t20191111_524091.html.
- [59] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [60] 张曼琳, 潘妮, 赵娟娟, 等. 城市花粉致敏植物种类构成、分布与潜在危害评估——以深圳市为例 [J]. 生态学报, 2021, 41(22): 8746-8757.
- [61] 贾献宏, 冯杨菲, 陈慧霞. 桑科榕属植物特征及在园林绿化中的应用 [J]. 现代农村科技, 2015(11): 50-51.
- [62] 闫小玲, 刘全儒, 寿海洋, 等. 中国外来入侵植物的等级划分与地理分布格局分析 [J]. 生物多样性, 2014, 22(5): 667-676.
- [63] 陈琼, 李肖夏, 王慧. 菊科 12 种外来植物的有性繁殖特征和入侵风险研究 [J]. 植物科学学报, 2018, 36(3): 345-353.
- [64] 冯建孟, 董晓东, 徐成东. 中国外来入侵植物物种多样性的空间分布格局及与本土植物之间的关系 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(6): 50-57.
- [65] FOLLAK S, EBERIUS M, ESSLF, et al. Invasive Alien Plants along Roadsides in Europe [J]. EPPO Bulletin, 2018, 48(2): 256-265.
- [66] VON DÖHREN P, HAASE D. Geospatial Assessment of Urban Ecosystem Disservices: an Example of Poisonous Urban Trees in Berlin, Germany [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 67: 127440.
- [67] 盛瑛. 幼儿园有毒有害植物研究 [J]. 中国现代教育装备, 2019(4): 28-31.
- [68] 刘焱, 石晓波. 国外幼儿园装备规范的比较研究 [J]. 比较教育研究, 2014, 36(9): 77-82.
- [69] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 幼儿园建设标准 [EB/OL]. (2016-11-02) [2022-01-20]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/tzgg/201704/20170413_231464.html.
- [70] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市绿地设计规范 [EB/OL]. (2016-06-28) [2022-01-20]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/tzgg/201607/20160713_228081.html.
- [71] 唐佳, 邓洪平, 张家辉, 等. 重庆武陵山生物多样性保护优先区入侵植物现状及防治对策研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(5): 65-73.

责任编辑 周仁惠