生物资源　2024,46(3):255～264
Biotic Resources

DOI:10.14188/j.ajsh.2024.03.006

兰州滨河公园自生植物物种组成及多样性分析

吕宁宁,刘文兰*,刘晓娟

(甘肃农业大学 林学院,甘肃 兰州 730070)

摘要:调查研究兰州4处滨河公园自生植物的物种组成和多样性特征,为低成本、低养护和野趣自然的园林景观规划提供参考。在黄河兰州主城区段自西向东选取银滩湿地公园、马滩湿地公园、马拉松主题公园、雁滩公园,通过网格系统取样法共设置344个样方,调查研究滨河公园自生植物物种组成和分布特征。结果表明,4处滨河公园共有44科118属163种;在物种来源中,乡土物种79种(48.46%)、国内外来物种53种(32.51%)、国外外来物种14种(8.58%)、入侵植物有17种(10.42%);4处滨河公园间α多样性存在显著差异($P<0.05$);银滩湿地公园、马滩湿地公园、马拉松主题公园、雁滩公园的多样性指数H'分别为4.76、4.36、4.064、3.99;均匀度指数J'分别为0.53、0.586、0.56、0.54;丰富度指数R'分别为30.68、29.47、22.80、20.27;平均多度分别为55.43、44.82、50.16、39.40。兰州滨河公园自生植物资源较为丰富,在未来的城市园林绿地建设中可合理规划,提高自生植物的应用比例,并根据不同环境营造具有地域特色的自生植物景观。

关键词:自生植物;物种组成;多样性特征;滨河公园;兰州市

中图分类号:Q948　　文献标志码:A　　文章编号:2096-3491(2024)03-0255-10

Species composition and diversity analysis of autophytes in Lanzhou riverside parks

LÜ Ningning, LIU Wenlan*, LIU Xiaojuan

(College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: To investigate and study the species composition and diversity characteristics of autophytes in four riverside parks in Lanzhou, so as to provide a reference for low-cost, low-maintenance and wild natural landscape planning, a total of 344 quadrats were selected from west to east in the main urban section of Lanzhou of the Yellow River to investigate the species composition and distribution characteristics of authigenic plants in the riverside parks. The results showed that: there were 163 species in 118 genera and 44 families, 79 native species (48.46%), 67 alien species (41.10%) and 17 invasive species (10.42%) in the four riverside parks; there were significant differences in α diversity among the four riverside parks ($P<0.05$); the Shannon-Wiener diversity indices of Yintan Wetland Park, Matan Wetland Park, Marathon Theme Park and Yantan Park were 4.76, 4.36, 4.064 and 3.99, respectively; the Pielou evenness indices were 0.53, 0.586, 0.56 and 0.54, the Patrick richness indices were 30.68, 29.47, 22.80 and 20.27, and the average abundances were 55.43, 44.82, 50.16 and 39.40, respectively. Lanzhou riverside parks are rich in autophytes, and the future construction of urban gardens and green spaces can be reasonably planned, the proportion of autophytes can be increased, and the landscape of autophytes with regional characteristics can be created according to different environments.

收稿日期:2024-02-28　修回日期:2024-04-04　接受日期:2024-04-11

作者简介:吕宁宁(1994-),女,硕士生,研究方向:园林植物应用。E-mai:2627748116@qq.com

*通讯联系人:刘文兰(1976-),女,博士,副教授,研究方向为园林植物生态、风景园林历史与理论。E-mail:liuwl@gsau.edu.cn

基金项目:甘肃农业大学科技创新基金——科学建设专项基金(GAU-XKJS-2018-114);甘肃省高等学校能力提升项目(2019B-072);甘肃省林业和草原局林草科技创新与合作项目(KJCX2021004);国家自然科学基金项目(31360569);2024年高校教师创新基金项目(2024B-081)

引用格式:吕宁宁,刘文兰,刘晓娟. 兰州滨河公园自生植物物种组成及多样性分析[J]. 生物资源, 2024, 46(3): 255-264.
Lü N N, Liu W L, Liu X J. Species composition and diversity analysis of autophytes in Lanzhou riverside parks [J]. Biotic Resources, 2024, 46(3): 255-264.

Key words: autophyte; species composition; diversity characteristic; riverside park; Lanzhou City

0 引 言

自生植物是指被称为“野生植物”或“杂草”,依靠自然定居生长,不需要人工栽培就能自然生长繁衍的植物群体[1]。自生植物在提升园林景观物种多样性和构建低成本、低维护和构建近自然景观等方面有巨大的应用潜力[2,3]。城市滨河公园景观建设中常采用一刀切的方式清除自生植物,使得植物景观大多是以人工栽培植物和大面积草坪为主导。滨河景观带建设多以公园景观为主,不仅需要高成本建设和养护管理,还降低了植物物种多样性,造成景观地域特色缺失和景观同质化等问题[4~6]。近年来,随着以自然为主体,以生态为核心的园林景观发展趋势,越来越多的自生植物出现在近自然景观中。自生植物具有生长适应性强、低维护、低成本和易管理等优点[7,8]。这类植物群体为解决生物多样性下降、景观同质化等一系列问题带来新的契机[9]。自生植物在生态功能和园林景观中的应用近年来已得到国内外众多学者的研究验证,在提升城市环境质量和维护生态系统稳定等方面发挥着不可替代的作用。目前,国内学者对自生植物进行调查研究的场地主要为河流生态廊道、公园绿地和校园绿地,主要研究物种组成及多样性特征,少数侧重于资源开发与利用、自生植物的分布格局、对城市化梯度的适应以及生境适应性等方面[7~11]。

黄河不仅是兰州的母亲河,更是城市生态的命脉,优越的湿地环境孕育了丰富的植物资源。兰州滨河绿地连接了城市陆地生态系统和河流生态系统,起到独特的生态作用[12]。兰州滨河绿地主要从湿地典型植物群落物种多样性角度做相关性研究,但关于滨河公园自生植物的物种组成与多样性分析的研究较少。通过对兰州段湿地典型植物群落物种多样性的研究,认为土壤质量、水文水质、草根层的厚度及人为和自然干扰是导致物种多样性差异的主要因素[13]。通过对兰州城市湿地多样性的研究发现,不同生境间的植物物种的丰富度指数、均匀度指数和多样性指数的变化趋势均不一致[14]。

本研究通过实地调查和网格系统取样法探究兰州不同滨河公园自生植物的物种组成、多样性特征,分析多样性差异和影响多样性的因素,为兰州滨河绿地物种多样性的提升和黄河之滨的生态修复提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

兰州市(35°34′~37°07′N、102°36′~104°34′E)位于甘肃省中部,黄河兰州段地处黄河上游,黄河自西向东穿流而过,是唯一黄河穿城而过的省会城市,属于中温带典型大陆性气候,市中心海拔1 530 m,全年平均日照2 446 h,平均气温9.3 ℃,无霜期180 d,全年平均降水量仅为316 mm,年蒸发量达1 486 mm。

2023年3月—4月在兰州滨河公园实地调查,分析各公园中微生境的类型、人为管理与干扰程度。公园的位置和规模,选取了位于安宁区的银滩湿地公园、七里河区的马滩湿地公园、城关区的马拉松主题公园和雁滩公园作为滨河绿地的研究基址。在人为管理与干扰程度上,雁滩公园最强,马拉松主题公园与马滩湿地公园次之,银滩湿地公园最低。在公园位置和规模上,银滩湿地公园将黄河水引入全园,参与全园造景;马拉松主题公园内未引入黄河水,但全园沿黄河沿岸设置开放式驳岸;马滩湿地公园依黄河而建,因高于黄河岸,高度差为3~5 m,所以设置围栏将公园沿黄河沿岸围合;雁滩公园与黄河之间相隔1.2 km,园内引入黄河水。因4个公园人为管理与干扰程度存在差异,且与黄河水域的联系各不相同,所以具有较强的代表性。

1.2 样点及样方的设置

研究者于2023年4月—8月开展植物样方调查,共调查5次。通过网格系统取样法进行取样,首先运用BIGEMAP沿着黄河流向的正南正北方向设置网格对公园区域进行布点,去掉落在黄河水面、公园内水体面和硬质铺装上的网格点,部分样点依据实际情况进行微调[8]。根据BIGEMAP所显示的各网格交点的坐标点,利用GPS仪进行定位,从而确定每个调研样点的实际位置。最终设置横向为30 m纵向为30 m(30 m×30 m)的网格对公园区域进行布点。以样点为中心设置10 m×10 m的木本样方,记录自生乔灌木及木质藤本种类、数量、株高等;在木本样方中心及4个角点处布置1 m×1 m的正方形草本小样方,记录自生草本的种类株数、高度、盖度。若母株为建成前保留植物,则该植株也记录为自生;样点周边10 m范围内无同种栽培植物的自生乡土植物认定为自生;对非乡土植物或样点周边10 m范围内无同种栽培植物的植物,根据其生长状况、发生位置、繁殖特

性等判断其为自生[9]。共记录木本样方46个，草本样方298个，作为自生植物数据分析的调查依据。

1.3 数据处理

不同公园间a多样性选择Patrick丰富度指数(R')、Shannon-Wiener多样性指数(H')、Patrick均匀度指数(J')、平均多度，对物种丰富度、物种多样性、均匀度、平均多度4个测定指标进行相关性分析[13]。

频度：$F = n/N \times 100$

式中，n为某一物种在调查中出现的样方数量和；N为全体样方的总数量。

各物种重要值：$IV = 100 \times (Pr + Hr + Fr)/3$

采用重要值(important value，IV)作为评价各物种优势程度的指标，其中Pr为各物种相对优势度、Hr为各物种相对高度和Fr为各物种相对频度。

各物种相对优势度Pr：

$$Pr = \frac{P(\text{某个种的优势度})}{\sum p(\text{全部种的总优势度})}$$

各物种相对高度Hr：

$$Hr = \frac{H(\text{某个种的高度})}{\sum H(\text{全部种的高度})}$$

各物种相对频度Fr：

$$Fr = \frac{F(\text{某个种的频度})}{\sum F(\text{全部种的总频度})}$$

Shannon-Wiener多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^{s}(P_i \ln P_i)$$

式中，S为物种数；P_i为物种i的简化优势度比例。

Patrick丰富度指数：$R = S$＝所在样方的物种数

Pielou均匀度指数：

$$J' = 1 - \sum_{i=1}^{s}\left(N_i / N\right)^2 / (1 - \frac{1}{s})$$

式中，S为物种数；N_i表示物种i的个体总数；N表示全部种的个体总数。

Average abundance平均多度：$\bar{A} = A_i / N_i$

式中，A_i为物种i的总多度；N_i为物种i出现的样方数。

样方数据的整理在Excel 2019和R 4.0.5中进行[15]，差异显著性检验运用SPSS27.0采用单因素方差(one-way ANOVA)ducan检验和Kruskal-Wallis检验[16]，统计图表使用Origin和GraphPad Prism绘制。以《中国植物志》[17]《甘肃植物志》[18]为依据鉴定自生植物科属种的分类，《中国植被》[19,20]为依据判断自生植物生活型；《中国外来入侵植物志》[21]和中国外来入侵物种信息系统(http://www.iplant.cn/ias)等方式确定物种来源。自生乡土物种为自然生长于兰州地区的物种，外来物种指由人类有意或无意引进的兰州范围以外的物种，可分为国外外来物种和国内外来物种，通过《中国外来植物数据集》[22]或相关参考文献来鉴定。

2 结果与分析

2.1 科属种的构成与丰富度

本研究调查4处滨河公园供记录自生植物44科118属163种，其中乔木13种，灌木8种，藤本4种，草本141种(附录)。在科属构成上，物种数最丰富的前10科分别是菊科(Compositae)39种、禾本科(Gramineae)20种、豆科(Fabaceae)12种、苋科(Amaranthaceae)8种、蔷薇科(Rosaceae)7种、十字花科(Brassicaceae)6种、茄科(Solanaceae)6种、杨柳科(Salicaceae)4种、车前科(Plantaginaceae)4种、蓼科(Polygonaceae)3种。4处公园中各科种的占比均不同；物种频度大于10%的有5科，分别是菊科、豆科、车前科、旋花科(Convolvulaceae)、堇菜科(Violaceae)，种数占比34.5%；优势科位于前三的是禾本科、十字花科、菊科，其中禾本科物种重要值综合最高(23.22%)，其次是豆科(21.43%)和菊科(21.26%)(图1)。

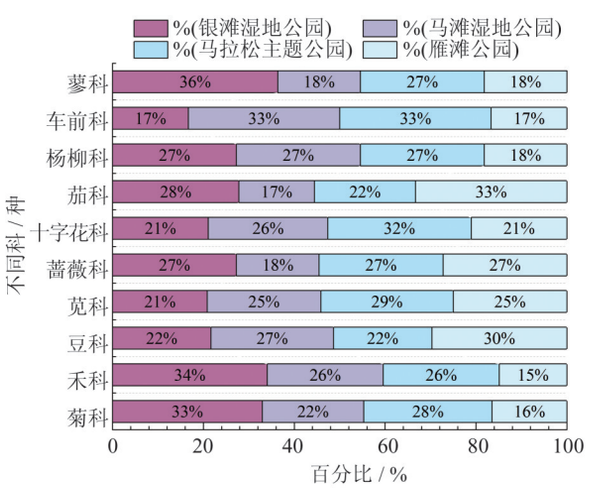

图1 物种数前10科自生植物在4处公园中的占比

Fig. 1 Proportion of autophytes from the top 10 families in 4 parks

在物种来源上，乡土物种79种(48.46%)、国内外来物种53种(32.51%)，国外外来物种14种(8.58%)，入侵植物有17种(10.42%)，分别是小蓬草(*Erigeron canadensis*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)、牛膝菊(*Galinsoga parviflora*)、婆婆针(*Bidens bipinnata*)、屋根草

(*Crepis tectorum*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、羽叶鬼针草(*Bidens maximowicziana*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、芒颖大麦草(*Hordeum jubatum*)、黄花草木樨(*Melilotus officinalis*)、白花草木樨(*Melilotus albus*)、长芒苋(*Amaranthus palmeri*)、凹头苋(*Amaranthus blitum*)、臭荠(*Lepidium didymum*)、曼陀罗(*Datura stramonium*)、火炬树(*Rhus typhina*)。4处公园中物种的组成结构和物种来源各不相同,银滩湿地公园29科67属76种;马滩湿地公园26科50属58种;马拉松主题公园26科29属61种;雁滩公园26科56属69种(见图2)。

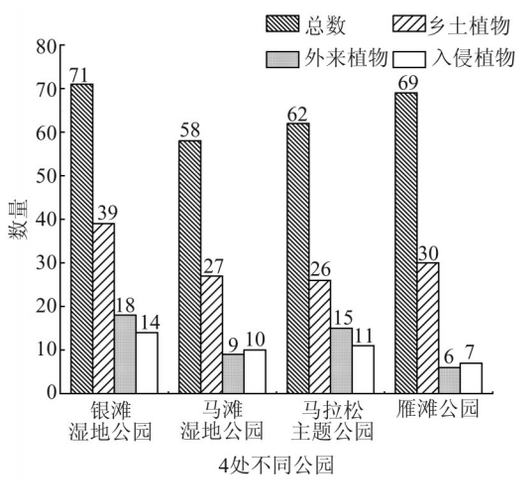

图2 4处滨河公园自生植物物种来源

Fig. 2 Sources of autophyte species in 4 riverside parks

2.2 生活型特征

兰州滨河公园自生植物生活型较为丰富,依据《中国植被》可划分为7个类型,分别是多年生草本、一、二年生草本、一年生草本、二年生草本、乔木、灌木、藤本7类。其中,草本植物最为丰富,多年生草本植物占绝对优势(76.22%),藤本植物所占比重最少(2.44%),隶属多年生草本的蕨类植物仅占0.61%。银滩湿地公园、马滩湿地公园、马拉松主题公园和雁滩公园中不同生活型植物所占比例均不相同,存在显著性差异,见图3。

在优势种方面,重要值排名前10的物种有:芦苇(*Phragmites australis*)占比17.26%;千屈菜(*Lythrum salicaria*)占比11.43%;鹅绒藤(*Cynanchum chinense*)占比8.04%;天蓝苜蓿(*Medicago lupulina*)占比7.28%;白车轴草(*Trifolium repens*)占比7.14%;狗尾草(*Setaria viridis*)占比4.32%;旋覆花(*Inula japonica*)占比3.98%;小蓬草占比3.64%;旱柳(*Salix matsudana*)占比3.01%;甘蒙柽柳(*Amarix chinensis*)占比2.96%。4处公园中都具有不同的优势种,且前40种优势种每个公园的占比不同,银滩湿地公园有14种(40%),马拉松主题公园有11种(27.5%),雁滩公园8种(20%),马滩湿地公园7种(17.5%)。

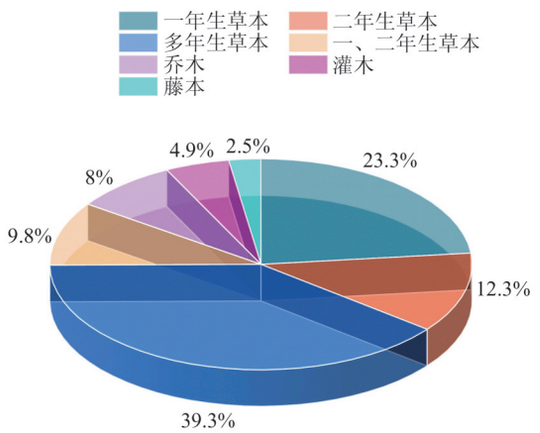

图3 自生植物生活型

Fig. 3 Autophytic plant life forms

频度前10的物种有:田旋花(*Convolvulus arvensis*)占比62.43%;平车前(*Plantago depressa*)占比44.76%;狗尾草占比42.18%;天蓝苜蓿占比36.84%;马唐(*Digitaria sanguinalis*)占比22.23%;早开堇菜(*Viola prionantha*)占比22.06%;附地菜(*Trigonotispeduncularis*)占比21.43%;黎(*Chenopodium album*)占比21.36%;刺儿菜(*Cirsium arvense* var. *integrifolium*)占比18.48%;旋覆花占比14.36%。

2.3 各公园α多样性差异

不同滨河公园的自生植物α多样性通过单因素方差Duncan法和克鲁斯卡尔-沃利斯非参数检验(Kruskal-Wallis H),由图4所示,4处公园间存在显著性差异($P<0.05$),银滩湿地公园、马滩湿地公园、马拉松主题公园和雁滩公园的多样性指数均表现为逐渐减小的趋势;丰富度指数由图5所示,与多样性指数呈相似递减趋势($P<0.05$);均匀度指数见图6($P<0.05$),马滩湿地公园>马拉松主题公园>雁滩公园>银滩湿地公园;平均多度由图7所示($P<0.05$),银滩湿地公园>马滩湿地公园>马拉松主题公园>雁滩公园。

自生植物对不公园内微生境的响应存在差异,不同公园内不同生活型和不同物种来源的自生植物物种多样性存在差异,对4处不同公园内的自生植物生活型检验比较得出(见表1),乔木、草本和藤本物种数在银滩湿地公园公园最高,灌木在雁滩公园最高($P<0.05$)。

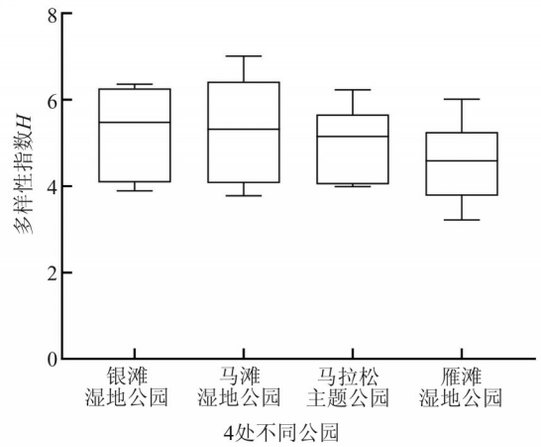

图 4　4处滨河公园中自生植物多样性指数特征

Fig. 4　Characteristics of autophyte diversity index in 4 riverside parks

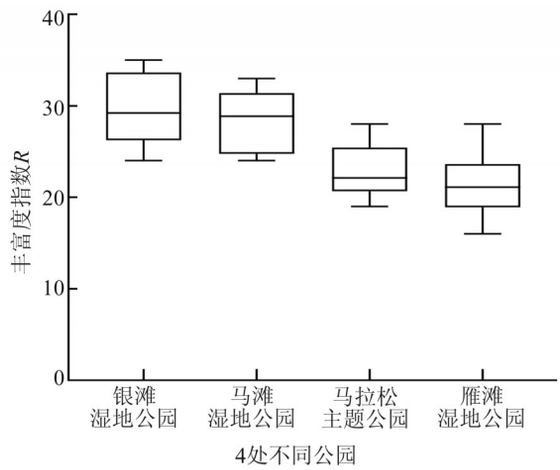

图 5　4处滨河公园中自生植物丰富度指数特征

Fig. 5　Characteristics of autophyte abundance index in 4 riverside parks

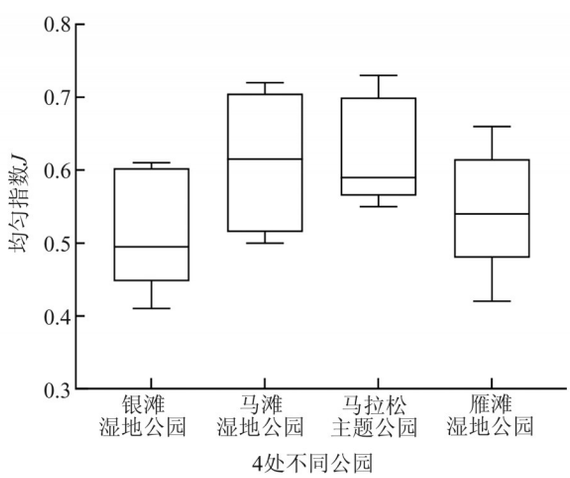

图 6　4处滨河公园中自生植物均匀度指数特征

Fig. 6　Characteristics of autophyte uniformity index in 4 riverside parks

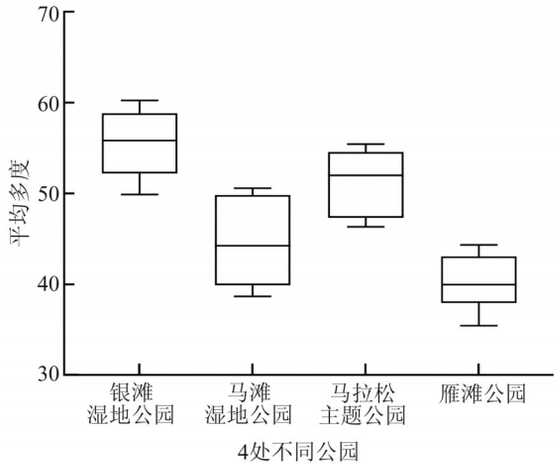

图 7　4处滨河公园自生植物平均多度

Fig. 7　Average abundance of autophytes in 4 riverside parks

3　讨　论

3.1　滨河公园自生植物的物种组成特征

本次滨河公园调查共记录到自生植物163种，来自44科118属，生活型组成较为丰富。兰州滨河公园自生植物的种数高于惠州城市公园绿地自生植物[23]（121种）、南京城市公园自生植物[24]（70种）、广州滨水绿地自生植物[25]（77种）等城市城区自生植物的种数；低于杭州主城区河岸带自生植物的种数[12]（242种）和深圳市主城区[26]（273种）等城市自生植物的物种数。以此可表明，兰州市滨河公园中有着较为丰富的自生植物资源，黄河湿地的优越条件为自生植物的生长提供了良好的自然条件；杭州、深圳等地区是由于温暖湿润的气候环境条件、经济、人口流动为当地自生植物提供了优越的生长条件。在兰州不同滨河公园中，自生植物物种组成存在显著性差异，在常见种上，雁滩公园＞马拉松主题公园＞银滩湿地公园＞马滩湿地公园（$P<0.05$）；在特有种上，银滩湿地公园＞马滩湿地公园＞马拉松主题公园＞雁滩公园（$P<0.001$）；在本土物种上，银滩湿地公园＞马滩湿地公园＞雁滩公园＞马拉松主题公园（$P<0.006$）；在外来物种上，银滩湿地公园＞马拉松主题公园＞马滩湿地公园＞雁滩公园（$P<0.008$）；在入侵物种上，不存在显著性差异（$P=0.089$）。本次研究发现小蓬草、银胶菊、臭荠和牛膝菊等外来入侵物种在滨河公园中出现频度较高，且成片的生长，极大地影响本地物种生存的同时，也造成了景观的同质化，在今后的滨河绿地管理实践中应加以重视。

植物的生长与周边环境息息相关，自生植物在

表1 4处公园自生植物生活型检验比较

Table 1 Comparison of lifeform testing of autophytes in 4 riverside parks

生活性特征	银滩湿地公园	马滩湿地公园	马拉松主题公园	雁滩公园
乔木	6.50±1.0.50^{a}	4.33±0.88^{a}	6.33±0.89^{a}	3.66±0.88^{a}
灌木	5.50±1.50^{ab}	3.00±1.15^{b}	3.00±1.0.58^{a}	8.00±1.150^{a}
多年生草本	32.33±1.20^{a}	31.0±1.15^{a}	22.0±1.14^{b}	29.33±0.88^{b}
二年生	7.50±1.50^{ab}	4.66±1.20^{bc}	2.67±0.33^{c}	8.00±0.557^{a}
一、二年生草本	23.67±1.45^{ab}	25.33±0.88^{a}	21.33±1.20^{ab}	20.66±1.45^{b}
藤本	6.00±1.152^{a}	3.33±0.33^{b}	4.00±0.578^{ab}	2.00±0.557^{b}

注:数据为平均值 ± 标准差,不同字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: data are mean ± standard deviations, and different letters indicate significant differences ($P<0.05$)

公园中的生长受人为干扰和自然环境的共同作用。银滩湿地公园是兰州市生物多样性最强的公园之一,是本次研究自生植物群落最丰富,自生植物物种丰富度最高的滨河公园。优越的湿地环境滋养着喜湿性和喜水性自生植物,优势种为芦苇、千屈菜、水芹(*Oenanthe javanica*)、钝叶酸模(*Rumex obtusifolius*)、小蓬草。雁滩公园与银滩湿地公园极为相似,雁滩公园养护管理较强,人为干扰对自生植物的生长和生存影响较大,但水体周围的自生植物仍具有良好的生长环境,优势种为长苞香蒲(*Typha domingensis*)、灯芯草(*Juncus effusus*)、三棱水葱(*Schoenoplectus triqueter*)、欧洲千里光(*Senecio vulgaris*)、鹅绒藤等具有良好的造景价值和园林应用的潜力。马滩公园沿河岸边的乔木树种在其园林绿化建设过程中得以保留,形成以乔灌木为主的植物群落,优势种有刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、榆树(*Ulmus pumila*)、旱柳、臭椿(*Ailanthus altissima*),良好稳定的自生植物群落,有助于自身植物的群落演替。马拉松主题公园河岸带的自生乔木、灌木和草本极为丰富,优势种为甘蒙柽柳、枸杞(*Lycium chinense*)、独行菜(*Lepidium apetalum*)、鹅绒藤、红蓼(*Polygonum orientale*)。自生植物在治理恢复河岸带景观及塑造近自然滨河公园景观具有巨大的应用潜力和生态价值,值得广泛地应用和深入研究。

3.2 滨河公园自生植物的多样性特征

4处公园间物种多样性存在显著性差异($P=0.001$),经检测运行后将4处公园的两两比较得出,J'值均不存在显著性差异($P>0.05$)。在R值上,4处公园之间均存在性差异,且差异性相同($P<0.001$),银滩湿地公园为30.68±1.27,马滩湿地公园29.47±0.55,马拉松主题公园22.80±0.97,雁滩公园20.27±0.56。H'值存在显著性差异($P<0.001$),银滩湿地公园与马滩湿地公园($P<0.008$)、银滩湿地公园与马拉松主题公园($P<0.036$)、银滩湿地公园与雁滩公园($P<0.001$)、马滩湿地公园与马拉松主题公园($P<0.048$)、马滩湿地公园与雁滩公园($P<0.014$)、马拉松主题公园与雁滩公园($P<0.03$)。4处公园多样性指数,银滩湿地公园>马滩湿地公园>马拉松主题公园>雁滩公园。同是水域贯通的生境,雁滩公园要显著低于银滩湿地公园,因雁滩公园人工养护管理最强,而轻度养护管理的银滩公园近自然式的园林环境更适合自生植物群落的构建。同样的马滩湿地公园也显著低于马拉松主题公园,开放式的自然驳岸和自然景观为自生植物提供了良好的生存环境。在平均多度上,存在显著性差异($P<0.001$),银滩湿地公园与马滩湿地公园($P<0.001$)、银滩湿地公园与马拉松主题公园($P=0.003$)、银滩湿地公园与雁滩公园($P<0.001$)、马滩湿地公园与马拉松主题公园($P=0.012\ 3$)、马滩湿地公园与雁滩公园($P=0.277\ 3$)、马拉松主题公园与雁滩公园($P<0.002$)。

3.3 影响自生植物多样性特征的因素

物种多样性建立在自生植物能正常传播繁殖、定居与群落构建的基础上。4处滨河公园中,人工养护管理是主要的影响因素[27]。人为因素对不同生活型自生植物的影响存在一定的差异性,自生蕨类和草本植物会被当作杂草所清除,或在草坪修剪过程被一同修剪,很难做到种子传播和繁殖;乔木、灌木很少被清除,在人工养护管理下往往具有更好的水肥条件,且本身能为鸟类、昆虫等提供栖息地和食物来源,可间接实现种子传播,形成动植物协同共生的复合系统[28,29]。自生植物和栽培植优势种的广泛分布也抑制自生植物的生长。

栽培植物对自生植物物种丰富度具有抑制作用,在养护强度上,轻微养护强度的样自生植物的多样性最丰富,高养护强度样地的自生植物的多样性最低,当自生植物群落无人工干扰或轻度干扰的情况下,其物种多样性最高。

4 结 论

自生植物不仅具有一定的观赏价值并富有野趣，具有潜在的生态效益，更是植物生态系统中不可缺少的组成部分。兰州市4处滨河公园共有自生植物44科118属163种，以一、二年生自生草本植物为主。4处滨河公园Patrick指数、Shannon-Wiener指数、Pielou指数存在显著性差异（$P<0.05$），多样性指数自西向东呈现逐渐递减的趋势，H'值4.76＞4.36＞4.064＞3.99。在生存环境方面，喜湿型自生植物更具有生存优势，开放式驳岸生境的自生植物要显著高于公园内的生境，R值30.68＞29.47＞22.80＞20.27。一些观赏价值较高的自生植物千屈菜、三棱水葱、灯芯草、长苞香蒲、宽叶独行菜、旋覆花、红蓼、甘蒙柽柳等可作为滨河景观低成本、低维护的优良植物，在未来的城市园林绿地建设中也可合理规划应用。

参考文献

[1] 刘昌，邢韶华，姚扬，等. 北京城区自生植物分布格局及其影响因素[J]. 生态学报，2024，44(2)：544-558.
Liu C，Xing S H，Yao Y，*et al*. Spatial distribution pattern and influencing factors of spontaneous plants within the built-up areas of Beijing，China [J]. Acta Ecologica Sinica，2024，44(2)：544-558.

[2] 袁嘉，陈炼，罗嘉琪，等. 立体生态景观的适应性重构：山地城市河流护岸草本植物群落生态种植[J]. 景观设计学，2020，8(3)：44-57.
Yuan J，Chen L，Luo J Q，*et al*. An adaptive multi-layered ecological landscape：the ecological planting of herbaceous communities on river revetments in mountainous city [J]. Landsc Archit Front，2020，8(3)：44-57.

[3] Nilsson C，Berggren K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation [J]. BioScience，2000，50(9)：783.

[4] 李晓鹏，张思凝，冯黎，等. 成都城区河流廊道自生植物的生境及物种多样性[J]. 风景园林，2022，29(1)：64-70.
Li X P，Zhang S N，Feng L，*et al*. Habitat and species diversity of spontaneous plants on both sides of river corridor in Chengdu urban area [J]. Landsc Archit，2022，29(1)：64-70.

[5] 李晓鹏，冯黎，黄瑞，等. 成都城区河流廊道自生植物的物种组成及其响应不同生境的多度格局[J]. 中国园林，2023，39(8)：108-114.
Li X P，Feng L，Huang R，*et al*. Species composition and abundance pattern of spontaneous plants responding to various habitats along urban river corridors in Chengdu [J]. Chin Landsc Archit，2023，39(8)：108-114.

[6] 任斌斌，王幸大，张志国. 圆明园荒野区春季自生植物群落数量分类与植物多样性特征[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版)，2023，44(2)：27-33.
Ren B B，Wang X D，Zhang Z G. Quantitative classification and plant diversity of spontaneous plant communities in the wilderness zone of Yuanmingyuan in spring [J]. J Inn Mong Agric Univ Nat Sci Ed，2023，44(2)：27-33.

[7] 姚兴达，李浩铭，金亚璐，等. 杭州西溪国家湿地公园草本层自生植物多样性及群落组分研究[J]. 中国园林，2021，37(10)：123-128.
Yao X D，Li H M，Jin Y L，*et al*. Study on the diversity and community composition of spontaneous vegetation in herb layer in Hangzhou Xixi national wetland park [J]. Chin Landsc Archit，2021，37(10)：123-128.

[8] 李晓鹏. 城市化环境下公园自生植物的多样性与公众感知研究[D]. 北京：北京林业大学，2020.
Li X P. Diversity and public perception of spontaneous plants in public parks in urban environment [D]. Beijing：Beijing Forestry University，2020.

[9] 张梦园，李坤，邢小艺，等. 北京温榆河-北运河生态廊道自生植物多样性对城市化的响应[J]. 生态学报，2022，42(7)：2582-2592.
Zhang M Y，Li K，Xing X Y，*et al*. Responses of spontaneous plant diversity to urbanization in Wenyu River-North Canal ecological corridor，Beijing [J]. Acta Ecol Sin，2022，42(7)：2582-2592.

[10] 李晓鹏，董丽，关军洪，等. 北京城市公园环境下自生植物物种组成及多样性时空特征[J]. 生态学报，2018，38(2)：581-594.
Li X P，Dong L，Guan J H，*et al*. Temporal and spatial characteristics of spontaneous plant composition and diversity in a Beijing urban park [J]. Acta Ecol Sin，2018，38(2)：581-594.

[11] 李晓鹏，董丽. 北京不同公园自生植物物种组成特征及群落类型[J]. 风景园林，2020，27(4)：42-49.
Li X P，Dong L. Species composition and community types of spontaneous plants in various parks of Beijing [J]. Landsc Archit，2020，27(4)：42-49.

[12] 金亚璐，楼晋盼，姚兴达，等. 京杭大运河(杭州主城区段)河岸带不同生境自生植物物种组成与多样性特征[J]. 中国园林，2022，38(10)：110-115.
Jin Y L，Lou J P，Yao X D，*et al*. Species composition and diversity characteristics of spontaneous vegetation in different habitats in the riparian zone of urban channelized rivers—a case study of the Beijing-Hangzhou Grand Canal in the main section of Hangzhou [J]. Chin Landsc Archit，2022，38(10)：110-115.

[13] 张瑜，吴永华，赵峰. 黄河兰州段湿地物种多样性及

保护研究[J]. 草原与草坪, 2014, 34(6): 56-61.
Zhang Y, Wu Y H, Zhao F. The vegetation types and species diversityin Lanzhou section of the Yellow River wetland [J]. Grassland Turf, 2014, 34(6): 56-61.

[14] 张起鹏, 王倩, 张丽, 等. 黄河兰州段湿地植物多样性研究[J]. 水土保持通报, 2012, 32(3): 240-244.
Zhang Q P, Wang Q, Zhang L, *et al*. An analyses of plant diversities for Yellow River wetland in Lanzhou city [J]. Bull Soil Water Conserv, 2012, 32(3): 240-244.

[15] 王育松, 上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2010, 33(2): 312-316.
Wang Y S, Shangguan T L. Discussion on calculating method of important values [J]. J Shanxi Univ Nat Sci Ed, 2010, 33(2): 312-316.

[16] 张金龙, 马克平. 种间联结和生态位重叠的计算:spaa程序包 [C]. 马克平. 中国生物多样性保护与研究进展X. 北京: 气象出版社, 2014: 165-174.
Zhang J L, Ma K P. Calculation of interspecific linkages and niche overlap: spaa package [C]. Markpin. Biodiversity Conservation and Research Progress in China X. Beijing:China Meteorological Press, 2014: 165-174.

[17] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志第一卷[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
Editorial Board of Flora of China, Chinese Academy of Sciences. Flora of China Vol. 1 [M]. Beijing: Science Press, 2006.

[18] 甘肃植物志编委. 甘肃植物志. 第二卷[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2005.
Editorial Board Member of Gansu Flora. Flora of Gansu [M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 2005.

[19] Wu Z Y, Peter H R, Hong D Y. Flora of China [M]. Beijing: Science Press, 2013.

[20] 马金双, 李惠茹. 中国外来入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
Ma J S, Li H R. The Checklist of the Alien Invasive Plants inChina [M]. Beijing: Higher Education Press, 2018.

[21] 马金双. 中国外来入侵植物志-第二卷[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2020.
Ma J S. Aline invasive Flora of China: Vol. 2 [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2020.

[22] 林秦文, 肖翠, 马金双. 中国外来植物数据集(1959-2021)[D/B]. 科学数据银行, 2022.
Lin Q W, Xiao C, Ma J S. A dataset on catalogue of alien plants in China from 1959 to 2021[D/B]. Science Data Bank, 2022.

[23] 陈之涵, 梁斯然, 陈博熙, 等. 惠州城市公园绿地自生植物调查分析[J]. 热带农业科学, 2023, 43(11): 114-118.
Chen Z H, Liang S R, Chen B X, *et al*. Investigation and analysis of spontaneous vegetation in the Huizhou urban park greenbelt [J]. Chin J Trop Agric, 2023, 43 (11): 114-118.

[24] 刘瑞悦, 王雨桐, 韩星, 等. 低成本管养下的南京城市公园自生植物优选体系研究[J]. 园林, 2023, 40(7): 119-125.
Liu R Y, Wang Y T, Han X, *et al*. Study on the optimization system of spontaneous plants in Nanjing urban park under low maintenance management [J]. Landsc Archit Acad J, 2023, 40(7): 119-125.

[25] 邱园, 冯志坚, 翁殊斐. 广州滨水绿地自生植物群落调查与园林应用潜力分析[J]. 广东园林, 2022, 44(6): 18-22.
Qiu Y, Feng Z J, Weng S F. Analysis of spontaneous vegetation and potential landscape use on waterfront green space of Guangzhou [J]. Guangdong Landsc Archit, 2022, 44(6): 18-22.

[26] 潘妮, 闵钰婷, 赵娟娟, 等. 城市建成区自生草本植物群落的物种多样性与功能多样性——以深圳市为例[J/OL]. 生态学报, 2024(9): 1-16.
Pan N, Min Y T, Zhao J J, *et al*. Species diversity and functional diversity of authigenic herbaceous plant communities in urban built-up areas: a case study of Shenzhen [J/OL]. Acta Ecologica Sinica, 2024(9): 1-16.

[27] 陈春谛. 被遗忘的城市"生境": 重庆市墙体自生植物调查分析[J]. 生态学报, 2020, 40(2): 473-483.
Chen C D. Forgotten urban habitats: analysis of spontaneous vegetation on the urban walls of Chongqing City [J]. Acta Ecol Sin, 2020, 40(2): 473-483.

[28] 杨义波, 陈锐. 长春市乡土园林地被植物物种组成与多样性分析[J]. 草业科学, 2021, 38(1): 70-80.
Yang Y B, Chen R. Analysis of species composition and diversity of native landscape cover plants in Changchun [J]. Pratacultural Sci, 2021, 38(1): 70-80.

[29] 王铭, 李兴丽, 董彦民, 等. 长白山区苔草泥炭沼泽植物物种多样性[J]. 应用生态学报, 2021, 32(6): 2138-2146.
Wang M, Li X L, Dong Y M, *et al*. Plant species diversity of *Carex* peat mire in Changbai Mountains, China [J]. Chin J Appl Ecol, 2021, 32(6): 2138-2146.

□

(编辑: 杨晓翠)

附录　兰州滨河绿地自生植物调查名录

Appendix　Survey list of autophytes in Lanzhou riverside green space

种名	种	属	种名	种	属
莳萝蒿(*Artemisia anethoides*)	菊科	蒿属	黄花蒿(*Artemisia annua*)	菊科	蒿属
湿地蒿(*Artemisia tournefortiana*)	菊科	蒿属	中亚苦蒿(*Artemisia absinthium*)	菊科	蒿属
狭裂白蒿(*Artemisia kanashiroi*)	菊科	蒿属	五月艾(*Artemisia indica*)	菊科	蒿属
野艾蒿(*Artemisia lavandulifolia*)	菊科	蒿属	茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)	菊科	蒿属
刺儿菜(*Cirsium arvensevar*)	菊科	蓟属	猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)	菊科	蒿属
小蓬草(*Erigeron canadensis*)	菊科	飞蓬属	滨菊(*Leucanthemum vulgare*)	菊科	滨菊属
一年蓬(*Erigeron annuus*)	菊科	飞蓬属	豚草(*Ambrosia artemisiifolia*)	菊科	豚草属
菊苣(*Cichorium intybus*)	菊科	菊苣属	华北鸦葱(*Scorzonera albicaulis*)	菊科	鸦葱属
乳苣(*Lactuca tatarica*)	菊科	莴苣属	马兰(*Aster indicus*)	菊科	紫菀属
苍耳(*Xanthium strumarium*)	菊科	苍耳属	三裂叶豚草(*Ambrosia trifida*)	菊科	豚草属
牛蒡(*Arctium lappa*)	菊科	牛蒡属	华北鸦葱(*Scorzonera albicaulis*)	菊科	鸦葱属
牛膝菊(*Galinsoga parviflora*)	菊科	牛膝菊属	屋根草(*Crepis tectorum*)	菊科	还阳参属
婆婆针(*Bidens bipinnata*)	菊科	鬼针草属	旋覆花(*Inula japonica*)	菊科	旋覆花属
万寿菊(*Tagetes erecta*)	菊科	万寿菊属	中华苦荬菜(*Ixeris chinensis*)	菊科	苦荬菜属
蓼子朴(*Inula salsoloides*)	菊科	旋覆花属	天山千里(*Senecio thianschanicus*)	菊科	千里光属
弯茎还阳参(*Crepis flexuosa*)	菊科	还阳参属	欧洲千里光(*Senecio vulgaris*)	菊科	千里光属
臭春黄菊(*Anthemis cotula*)	菊科	春黄菊属	银胶(*Parthenium hysterophorus*)	菊科	银胶菊属
鬼针草(*Bidens pilosa*)	菊科	鬼针草属	花叶滇苦菜(*Sonchus asper*)	菊科	苦苣菜属
羽叶鬼(*Bidens maximowicziana*)	菊科	鬼针草属	蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)	菊科	蒲公英属
蒜叶婆罗针(*Tragopogon porrifolius*)	菊科	婆罗门参属	黑麦草(*Lolium perenne*)	禾本科	黑麦草属
牛筋草(*Eleusine indica*)	禾本科	䅟属	无芒雀麦(*Bromus inermis*)	禾本科	雀麦属
芦苇(*Phragmites australis*)	禾本科	芦苇属	鸭茅(*Dactylis glomerata*)	禾本科	鸭茅属
紫羊茅(*Festuca rubra*)	禾本科	羊茅属	芒颖大麦草(*Hordeum jubatum*)	禾本科	大麦属
高羊茅(*Festuca elata*)	禾本科	羊茅属	莜麦(*Avenachinensis*)	禾本科	燕麦属
马唐(*Digitaria sanguinalis*)	禾本科	马唐属	冰草(*Agropyron cristatum*)	禾本科	冰草属
菵草(*Beckmannia syzigachne*)	禾本科	菵草属	披碱草(*Elymus dahuricus*)	禾本科	披碱草属
狗尾草(*Setaria viridis*)	禾本科	狗尾草属	拂子茅(*Calamagrostis epigeios*)	禾本科	拂子茅属
画眉草(*Eragrostis pilosa*)	禾本科	画眉草属	芨芨草(Neotrinia splendens)	禾本科	芨芨草属
垂穗鹅观草(*Roegneria nutans*)	禾本科	鹅观草属	狼尾草(*Pennisetumalopecuroides*)	禾本科	狼尾草属
地毯草(*Axonopus compressus*)	禾本科	地毯草属	槐(*Styphnolobium japonicum*)	豆科	槐属
天蓝苜蓿(*Medicago lupulina*)	豆科	苜蓿属	苦豆子(*Sophora alopecuroides*)	豆科	苦参属
小花棘豆(*Oxytropis glabra*)	豆科	棘豆属	扁茎黄(*Astragalus complanatus*)	豆科	黄耆属
大花野豌豆(*Vicia bungei*)	豆科	野豌豆属	白车轴草(*Trifolium repens*)	豆科	车轴草属
救荒野豌豆(*Vicia sativa*)	豆科	野豌豆属	黄花草木樨(*Melilotus officinalis*)	豆科	草木樨属
苦马豆(*Sphaerophysa salsula*)	豆科	苦马豆属	白花草木樨(*Melilotus albus*)	豆科	草木樨属
米口袋(*Gueldenstaedtia verna*)	豆科	米口袋属	反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)	苋科	苋属
藜(*Chenopodium album*)	苋科	藜属	长芒苋(*Amaranthus palmeri*)	苋科	苋属
皱果苋(*Amaranthus viridis*)	苋科	苋属	凹头苋(*Amaranthus blitum*)	苋科	苋属
马齿苋(*Portulaca oleracea*)	苋科	马齿苋属	碱蓬(*Suaeda glauca*)	苋科	碱蓬属
委陵菜(*Potentilla chinensis*)	蔷薇科	委陵菜属	杏(*Prunus armeniaca*)	蔷薇科	李属
朝天委陵菜(*Potentilla supina*)	蔷薇科	委陵菜属	樱桃(*Prunus*)	蔷薇科	李属
蕨麻(*Argentina anserina*)	蔷薇科	委陵菜属	蛇莓(*Duchesnea indica*)	蔷薇科	蛇莓属
荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)	十字花科	荠属	独行菜(*Lepidium apetalum*)	十字花科	独行菜属
诸葛菜(*Orychophragmus violaceus*)	十字花科	诸葛菜属	沼生蔊菜(*Rorippa palustris*)	十字花科	蔊菜属

续表

种名	种	属	种名	种	属
臭荠(*Lepidium didymum*)	十字花科	臭荠属	辣根(*Armoracia rusticana*)	十字花科	辣根属
枸杞(*Lycium chinense*)	茄科	枸杞属	龙葵(*Solanum nigrum*)	茄科	茄属
黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)	茄科	枸杞属	野海茄(*Solanum japonense*)	茄科	茄属
曼陀罗(*Datura stramonium*)	茄科	曼陀罗属	青杞(*Solanum septemlobum*)	茄科	茄属
杞柳(*Salix integra*)	杨柳科	柳属	垂柳(*Salix babylonica*)	杨柳科	柳属
白柳(*Salix alba*)	杨柳科	柳属	旱柳(*Salix matsudana*)	杨柳科	柳属
平车前(*Plantago depressa*)	车前科	车前属	婆婆纳(*Veronica polita*)	车前科	婆婆纳属
阿拉伯婆婆纳(*Veronica persica*)	车前科	婆婆纳属	大车前草(*Plantago major*)	车前科	车前属
红蓼(*Polygonum orientale*)	蓼科	蓼属	酸模叶蓼(*Persicaria lapathifolia*)	蓼科	蓼属
萹蓄(*Polygonum aviculare*)	蓼科	蓼属	头状穗莎草(*Cyperus glomeratus*)	莎草科	莎草属
益母草(*Leonurus japonicus*)	唇形科	益母草属	细叶薹草(*Carex duriuscula*)	莎草科	薹草属
夏至草(*Lagopsis supina*)	唇形科	夏至草属	薄荷(*Mentha canadensis*)	唇形科	薄荷属
水烛(*Typha angustifolia*)	香蒲科	香蒲属	长苞香蒲(*Typha domingensis*)	香蒲科	香蒲属
石刁柏(*Asparagus 0fficinalis*)	百合科	天门冬属	北葱(*Allium schoenoprasum*)	百合科	葱属
水蜡树(*Ligustrum obtusifolium*)	木樨科	女贞属	小蜡(*Ligustrum sinense*)	木樨科	女贞属
蜀葵(*Alcea rosea*)	锦葵科	木槿属	锦葵(*Malva sinensis*)	锦葵科	锦葵属
田旋花(*Convolvulus arvensis*)	旋花科	打碗花属	菹草(*Potamogeton crispus*)	旋花科	打碗花属
打碗花(*Calystegia hederacea*)	旋花科	打碗花属	马蔺(*Iris lactea*)	鸢尾科	鸢尾属
地肤(*Bassia scoparia*)	黎科	地肤属	白茎盐生(*Halogeton arachnoideus*)	黎科	盐生草属
榆树(*Ulmus pumila*)	榆科	榆属	石竹(*Dianthus chinensis*)	石竹科	石竹属
附地菜(*Trigonotis peduncularis*)	紫草科	附地菜属	问荆(*Equisetum arvense*)	木贼科	木贼属
欧洲卫矛(*Euonymus europaeus*)	卫矛科	卫矛属	早开堇菜(*Viola prionantha*)	堇菜科	堇菜属
火炬树(*Rhus typhina*)	漆树科	盐麸木属	费菜(*Phedimus aizoon*)	景天科	费菜属
柔软丝兰(*Yucca flaccida*)	天门冬科	丝兰属	臭椿(*Ailanthusaltissima*)	苦木科	臭椿属
千屈菜(*Lythrum salicaria*)	千屈菜科	千屈菜属	胡桃(*Juglans regia*)	胡桃科	胡桃属
茴茴蒜(*Ranunculus chinensis*)	毛茛科	毛茛属	毛白前(*Vincetoxicum chinense*)	夹竹桃科	白前属
通泉草(*Mazus pumilus*)	玄参科	通泉草属	鹅绒藤(*Cynanchum chinense*)	萝藦科	植物鹅绒藤
柽柳(*Amarix chinensis*)	柽柳科	柽柳属	乳浆大戟(*Euphorbia esula*)	虎耳草科	金腰属
三棱水葱(*Schoenoplectus triqueter*)	莎草科	水葱属	水枸子(*Cotoneaster multiflorus*)	蔷薇科	枸子属
金银忍冬(*Lonicera maackii*)	忍冬科	忍冬属	海乳草(*Lysimachia maritima*)	报春花科	珍珠菜属
斑地锦(*Euphorbia maculata*)	大戟科	大戟属	光叶子花(*Bougainvillea glabra*)	紫茉莉科	叶子花属
水芹(*Oenanthe javanica*)	伞形科	水芹属	灯芯草(*Juncus effusus*)	灯芯草科	灯芯草属
马齿苋(*Portulaca oleracea*)	马齿苋科	马齿苋属	欧洲荚蒾(*Vibnum opulus*)	五福花科	荚蒾属
秋葵(*Abelmoschus esculentus*)	锦葵科	秋葵属	枣树(*Ziziphus jujuba*)	鼠李科	枣属
扶芳藤(*Euonymus fortunei*)	卫矛科	卫矛属	陌上菜(*Lindernia procumbens*)	母草科	母草属植物
日本漆姑草(*Sagina japonica*)	石竹科	漆姑草属	月见草(*Oenothera biennis*)	柳叶菜科	月见草属
五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*)	葡萄科	地锦属	野老鹤草(*Geranium carolinianum*)	牻牛儿苗科	老鹳草属
宿根亚麻(*Linum perenne*)	亚麻科	亚麻属			