

兰州市城市绿地木本植物多样性研究

刘乐乐,朱亚灵,许宏刚,周德旗,汉梅兰

(兰州市园林科学研究所,甘肃 兰州 730070)

摘要:通过对兰州市城市绿地木本植物群落进行调查与研究,提高半干旱区城市木本植物多样性、优化群落结构提出建议。以兰州市公园、单位、居住区、工厂、道路等不同类型绿地的木本植物群落为调查对象,计算木本植物重要值、分析物种多样性格局。在调查范围内,共有木本植物 39 科、74 属、149 种。乔木层 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数分别为 0.960,3.619 和 0.847;灌木层分别为 0.920,3.162 和 0.744;乔木层的多样性、丰富度与均匀度均大于灌木层。不同绿地类型木本植物群落物种组成处于中等不相似的水平,Jaccard 相似性系数处于 0.25~0.50;不同绿地类型木本植物的物种数、丰富度、均匀度与多样性也不尽相同;其中,居住区绿地乔灌木的丰富度指数以及灌木 Shannon-Wiener 指数最高;公园绿地的乔灌木 Simpson 指数、Pielou 均匀度指数以及乔木的 Shannon-Wiener 指数最高。在兰州市城市绿地中,应该增加灌木物种以及本地乡土树种的应用,有助于提高木本植物的多样性及群落结构的稳定性。

关键词:木本植物多样性;群落;兰州;绿地

中图分类号:TU985;Q948 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)01-0056-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2020.01.008

植物多样性是城市生态系统稳定的基础,也是城市可持续发展的保证^[1-2]。城市绿地是指以自然植被和人工植被为主要存在形态的城市用地,是城市生态系统重要组成部分,同时也是城市中植物多样性丰富地区^[3-4]。植物群落是城市绿地的基本构成单位,是发挥绿地景观价值和生态效应的基础。科学合理的植物群落有助于改善城市绿地系统生态功能,提高其景观丰富度。因此,研究城市绿地植物群落结构,探讨其植物多样性对城市可持续发展和绿化景观的建设都有重要的意义^[5-6]。

目前,国内有许多城市,如北京、上海、南京、厦门、青岛、西安等地都广泛开展了城市绿地植物多样性及

群落结构的研究,对兰州市城市绿地植物的研究停留在植物物种的统计与调查上,以及公园绿地中的植物配置情况^[5-9],而以整个城市绿地中植物群落为研究对象,对比分析不同绿地类型中植物群落的物种组成和结构特征的研究未见报道。作为“一带一路”节点城市,到 2017 年底,兰州市建成区园林绿地面积达到 7 660.82 hm²,绿地率为 33.92%,人均公园绿地面积为 11.06 m²。通过对兰州不同类型城市绿地木本植物多样性进行对比分析,以期了解不同绿地类型木本植物种类组成和物种多样性特征,探讨引起差异的原因,旨在为兰州市绿化建设,植物多样性保护及森林系统规划提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究地概况

甘肃省兰州市位于季风气候区与非季风气候区的过渡地带,地处黄河上游,属于中温带大陆性气候。市区南北群山环抱,地理位置 N 34°,E 103°40',平均海拔 1 520 m,具有带状盆地城市特征,年均气温为 9.3℃,年均日照为 2 446 h,无霜期 180 d,年均降水量

收稿日期:2019-04-24; **修回日期:**2019-05-20

基金项目:兰州市林业局项目“兰州市景观园林乡土树种调查及引种”资助

作者简介:刘乐乐(1986-),女,河南南阳人,硕士,工程师。研究方向为园林植物。

E-mail:yybearhao123@126.com

朱亚灵为通讯作者。

E-mail:545328736@qq.com

325 mm,集中在 6~9 月,年蒸发量 1 650 mm,为年降水量的 5 倍,年相对湿度 58%^[10]。地带性植被属荒漠草原植被类型,乡土树种主要有国槐(*Sophora japonica*),榆树(*Ulmus pumila*),旱柳(*Salix matsudana*),沙枣(*Elaeagnus angustifolia*),臭椿(*Ailanthus altissima*),侧柏(*Platycladus orientalis*),等植物。

1.2 群落调查方法

调查时间为 2017 年 6~8 月,调查范围是兰州市建成区内,包括城关区、七里河区、西固区、安宁区与

兰州新区的主要城市绿地。依据《中华人民共和国行业标准——城市绿地分类标准》(CJJ/T85-2002),并结合实际情况,选取不同类型的绿地,包括公园绿地、单位绿地、居住区绿地、工厂绿地以及道路绿地 5 大类^[11]。调查方法为样方法,每种绿地类型选取 15 个样点,共计 75 个样点,每个样点调查 3 个样方,共计 225 个样方。根据兰州城市绿地的规模与植被分布特点,选取 20 m×20 m 样方,记录样方内乔木层植物物种名,株数与胸径,灌木层植物物种名,株数与盖度。

表 1 调查样点及绿地类型
Table1 Research site and green land type

公园绿地(15 个)	单位绿地(15 个)	居住区绿地(15 个)	工厂绿地(15 个)	道路绿地(15 个)
雁滩公园、兰山公园、五泉山公园、七里河桥玫瑰园、小西湖公园、百合公园、兰州植物园、仁寿山公园、廉政文化公园、金城公园、清水桥小游园、福利东路游园、体育安公园、百花公园、湿地公园	中国科学院兰州化物所、中国科学院兰州寒旱所、兰州大学盘旋路校区、陆军总院、兰州理工大学、兰州工业学院(南校区)、西固区医院、兰州石化职业技术学院、天华化工机械及自动化研究设计院、兰州交通大学、西北师范大学、甘肃省委党校、兰州新区政务中心、全国创业孵化示范基地、中川机场广场	莱茵小镇、天庆格林小镇、碧桂园、金港城、百合家园、明珠家园、安宁庭园、亚泉湾、科教城东区、蓝馨花园、东苑小区、西固南山小区、兰石集团小区 2 期、绿地集团、彩虹城	兰州二热、佛慈制药厂、兰州生物制品公司、中车兰州机车公司、兰州节能环保工程有限公司、兰州金水桥工业科技公司、雪花啤酒厂、七里河污水处理厂、兰州众科机械制造有限公司、兰州城市供水集团、五零四厂、西固热电有限公司、兰石集团、甘肃中科药源、亚太集团	天水北路、北滨河东路、静宁北路、南滨河中路、瓜洲路、龚家坪西路、众邦大道、安宁西路、莫高大道、西固中路、公园路、南滨河西路、纬一路、纬四路、经七路

1.3 数据统计与分析方法

1.3.1 重要值计算 根据群落调查中观测记录的数据计算群落中物种的频度、多度、显著度、盖度,并进一步计算重要值^[12-14]。物种的重要值表示其在植物群落中的优势度。重要值的计算:

乔木的重要值=(相对多度+相对显著度+相对频度)/3

灌木的重要值=(相对多度+相对盖度+相对频度)/3

1.3.2 多样性指数计算 物种多样性植物采用目前运用最为广泛的丰富度指数(S),Simpson 指数(D)、Shannon-Wiener(H)指数和 Pielou 均匀度指数(E)来衡量,计算公式:

Simpson 指数:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2$$

Shannon-Wiener 指数:

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

Pielou 均匀度指数

$$E = H/\ln S$$

式中: P_i 为群落内第 i 种物种的重要值, S 为样地中的物种数。

1.3.3 相似性系数计算 不同绿地类型群落结构特征之间的相似程度用相似性系数表示。选择用在数量生态分类中使用相对较多的 Jaccard(1901)相似性系数表示群落 m 和 n 的相似性,并计算^[15]:

$$r_{mn} = a/(a+b+c)$$

式中: a 为出现与群落 m 与群落 n 的物种数; b 为出现与群落 m 而不出现在群落 n 的物种数; c 为出现于群落 n 而不出现在群落 m 的物种数。当 r 为 0.00~0.25 时为极不相似,当 r 为 0.25~0.50 时为中等不相似,当 r 为 0.50~0.75 时为中等相似,当 r 为 0.75~1.00 时为极相似^[15]。

数据处理均用 Excel 2013 和 spss 19.0 软件完成。

2 结果与分析

2.1 兰州城市绿地木本植物种类组成

兰州市 5 区 5 种类型绿地 225 个样方中,共有木本植物 39 科、74 属、149 种(包括亚种和变种),其中有乔木 28 科,40 属,74 种,包括乡土树种 30 种,占乔木总共树种的 40.54%;灌木 19 科,37 属,69 种,包括乡土树种 32 种,占灌木总共树种的 46.73%;木质藤本 4 科,5 属,6 种,包括乡土树种 2 种,占木质藤本总树种的 33.33%。共有乔木 1355 株,其中乡土树种 422 株,占乔木植株总数的 31.14%,灌木 37629 株,其中乡土树种 924 株,占灌木植株总数的 2.46%。常绿木本植物 29 种,其中乔木 13 种,灌木 16 种;落叶木本植物 114 种,其中乔木 61 种,灌木 53 种;常绿与落叶的

树种比为 1:3.9。乔木中蔷薇科所占种树最多,有 17 种 8 属;其次是松科,有 7 种 3 属;灌木中蔷薇科所占树种最多,有 19 种 11 属,其次是木犀科,有 10 种 4 属。裸子植物 21 种,其中乔木 12 种,灌木 9 种;被子植物 122 种,灌木 60 种,乔木 62 种,裸子植物与被子植物比为 1:5.8(表 2)。

不同绿地类型中,公园绿地木本植物科数最多,其次为工厂绿地、单位附属绿地、居住区绿地与道路绿地;木本植物属数最多的是公园绿地,其次为居住区绿地、单位附属绿地、工厂绿地与道路绿地;木本植物种最多的是居住区绿地,其次为公园绿地、单位附属绿地、工厂绿地与道路绿地(表 2)。不同绿地类型中,工厂绿地乡土树种的比率最高,占 53.62%,居住区绿地中应用的乡土树种比率最低,占 40.96%(图 1)。

表 2 兰州市不同绿地类型木本植物种类组成

Table 2 The woody plant composition of different green land types in Lanzhou

绿地类型	科	属	木本植物(种)	乔木(种)	灌木(种)	木质藤本(种)
公园绿地	29	52	80	42	34	4
单位附属绿地	26	48	75	39	33	3
居住区绿地	26	50	88	43	43	2
工厂绿地	27	45	73	40	31	2
道路绿地	13	27	44	16	28	0

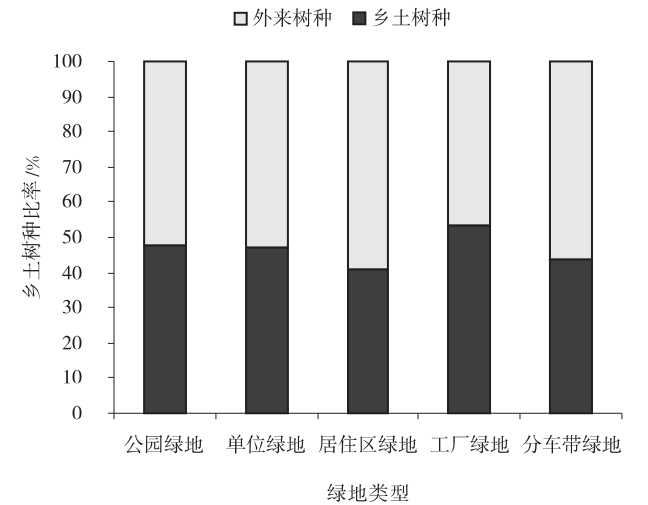


图 1 兰州市不同绿地类型乡土树种比率

Fig. 1 The ratio of native species of different green land types in Lanzhou

2.2 兰州城市绿地木本植物重要值分析

兰州城市绿地中不同层次中排序前 10 位的植物重要值之和均超过 50%(表 3),说明城市绿地中乔木与灌木的应用主要集中在少数的几种植物,其他植物的应用较少。其中乔木应用最广泛的是国槐,雪松与

紫叶李,重要值合计为 25.7%,分别为落叶,常绿与彩叶树种;国槐作为兰州市树得到了广泛的应用,雪松虽然为外来物种,但兰州自 20 世纪 80 年代引入以来,能较好地适应本地的气候,紫叶李也是兰州应用最广泛的彩叶树种;重要值排名前 10 位的乔木中乡土植物有 7 种。灌木层中,应用最广泛的为黄杨与金叶女贞,重要值合计为 35.5%,灌木层优势种表现的非常显著,达到 70.6%,重要值排名前 10 位的灌木中乡土植物有 5 种,分别为榆叶梅、月季、紫丁香、连翘与黄刺玫。

不同绿地类型中,木本植物的构成也存在一些差异,不同绿地类型优势树种重要值排名前 10 位的植物见表 4。乔木层中,单位附属绿地中彩叶与针叶乔木比较多;居住区绿地中应用的观果乔木较多,如山楂与山杏;工厂绿地中乡土树种应用较多,如侧柏、国槐、白榆、臭椿等。灌木层的差别较乔木层相比较小,大多都是以黄杨和金叶女贞为主,其中,公园绿地中花灌木的应用较多,有 6 种;而道路绿地则是以常绿灌木与彩叶灌木为主,花灌木较少;单位绿地与居住区绿地的灌木种类相似度很高。

表 3 兰州城市绿地中重要值排前 10 位的物种

Table 3 The importance value top 10 species of urban green land in Lanzhou

序号	乔木层	重要值	灌木层	重要值
1	国槐(<i>Sophora japonica</i>)	0.098	小叶黄杨(<i>Buxus sinica</i>)	0.182
2	雪松(<i>Cedrus deodara</i>)	0.092	金叶女贞(<i>Ligustrum</i> × <i>vicaryi</i>)	0.173
3	紫叶李(<i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i>)	0.067	冬青卫矛(<i>Euonymus japonicus</i>)	0.066
4	云杉(<i>Picea asperata</i>)	0.048	榆叶梅(<i>Amygdalus triloba</i>)	0.051
5	樱花(<i>Cerasus serrulata</i>)	0.045	月季(<i>Rosa chinensis</i>)	0.047
6	银杏(<i>Ginkgo biloba</i>)	0.042	紫叶小檗(<i>Berberis thunbergii</i> cv. <i>Atropurpurea</i>)	0.042
7	侧柏(<i>Platycladus orientalis</i>)	0.039	紫叶矮樱(<i>Prunus</i> × <i>cistena</i>)	0.041
8	刺柏(<i>Juniperus formosana</i>)	0.039	紫丁香(<i>Syringa oblata</i>)	0.041
9	垂柳(<i>Salix babylonica</i>)	0.031	连翘(<i>Forsythia suspensa</i>)	0.039
10	榆树(<i>Ulmus pumila</i>)	0.030	黄刺玫(<i>Rosa xanthina</i>)	0.022
合计		0.531		0.706

表 4 兰州城市不同绿地类型的乔灌木优势种

Table 4 Dominant species of trees and shrubs in different types of green land in Lanzhou

绿地类型		主要优势树种
乔木层	公园绿地	刺柏,国槐,垂柳,紫叶李,樱花,银杏,雪松,暴马丁香(<i>Syringa reticulata</i>),刺槐(<i>Robinia pseudoacacia</i>),西府海棠(<i>Malus</i> × <i>micromalus</i>)
	单位附属绿地	雪松,银杏,国槐,垂柳,枣(<i>Robinia pseudoacacia</i>),云杉,红叶碧桃,紫叶李,刺柏,侧柏
	居住区绿	国槐,紫叶李,雪松,丝棉木(<i>Euonymus meackii</i>),云杉,白蜡(<i>Fraxinus chinensis</i>),红叶碧桃,樟子松(<i>Pinus sylvestris</i>),山楂(<i>Crataegus pinnatifida</i>),山杏(<i>Armeniaca sibirica</i>)
	工厂绿地	侧柏,雪松,国槐,白榆,刺槐,云杉,臭椿(<i>Ailanthus altissima</i>),紫叶李,旱柳(<i>Salix matsudana</i>),枣
	道路绿地	雪松,日本晚樱,紫叶李,臭椿,西府海棠(<i>Malus</i> × <i>micromalus</i>),红叶碧桃,碧桃,云杉,火炬树(<i>Rhus typhina</i>)
灌木层	公园绿地	黄杨,金叶女贞,紫丁香,黄刺玫,紫叶矮樱,连翘,月季,木槿(<i>Hibiscus syriacus</i>),华北珍珠梅(<i>Sorbaria kirilowii</i>),金银忍冬(<i>Lonicera maackii</i>)
	单位附属绿地	黄杨,金叶女贞,榆叶梅,月季,紫丁香,紫叶小檗,冬青卫矛,连翘,龙柏,冬青卫矛
	居住区绿地	黄杨,金叶女贞,榆叶梅,月季,紫丁香,连翘,冬青卫矛,紫叶小檗,辽东水蜡(<i>Ligustrum obtusifolium</i>),紫叶矮樱
	工厂绿地	连翘,月季,黄杨,金叶女贞,辽东水蜡,黄杨,紫叶小檗,金叶莢(<i>Caryopteris</i> × <i>clandonensis</i>),龙柏,牡丹(<i>Paeonia suffruticosa</i>)
	道路绿地	女贞,黄杨,紫叶矮樱,冬青卫矛,红叶石楠(<i>Photinia</i> × <i>fraseri</i>),四季玫瑰,龙柏,榆叶梅,黄刺玫

2.3 不同类型绿地植物群落相似性系数

对植物群落相似性系数的分析,可以得出,乔木层中不同类型绿地之间相似性系数基本都在0.25~0.50(表 5),处于中等不相似的水平;只有工厂绿地与道路绿地乔木层之间相似性系数为0.244,为极不相似的的水平;说明不同绿地类型之间乔木层植物群落的相似

度不高。其中,相似性系数最大的为居住区绿地与单位附属绿地,为 0.491,这是因为两者的生境较为相似,并且两者绿地的距离较近。灌木层中,不同类型的绿地相似性系数也都全部在 0.25~0.50(表 6),处于中等不相似水平;但是与乔木层相比,灌木层相似性系数的范围要小,全部集中在 0.30~0.48(表 6)。

表 5 兰州城市不同绿地类型群落乔木层相似性系数

Table 5 Jaccard index among the trees in different types of green land in Lanzhou

绿地类型	公园绿地	单位附属绿地	居住区绿地	工厂绿地	道路绿地
公园绿地	1				
单位附属绿地	0.397	1			
居住区绿地	0.466	0.491	1		
工厂绿地	0.464	0.411	0.456	1	
道路绿地	0.318	0.279	0.255	0.244	1

表 6 兰州城市不同绿地类型群落灌木层相似性系数

Table 6 Jaccard index among the shrubs in different types of green land in Lanzhou

绿地类型	公园绿地	单位附属绿地	居住区绿地	工厂绿地	道路绿地
公园绿地	1				
单位附属绿地	0.425	1			
居住区绿地	0.375	0.434	1		
工厂绿地	0.444	0.333	0.396	1	
道路绿地	0.476	0.452	0.479	0.341	1

2.4 兰州城市不同类型绿地木本植物多样性指数分析

兰州城市绿地木本植物群落总体的多样性指数中丰富度指数, simpson 指数、shannon-wiener 指数与 Pielou 均匀度指数均为乔木层大于灌木层,说明总体而言兰州城市绿地木本植物群落中乔木层丰富度和均匀度更大,复杂程度更高,生态系统的稳定性高。

不同绿地类型中(表 7),乔木与灌木的丰富度指数不同,其中乔木物种数最多的是居住区绿地(43 种),其次分别为公园绿地、工厂绿地、事业单位绿地与道路绿地(42~16 种);灌木物种数由多到少分别为居住区绿地、公园绿地、事业单位绿地与道路绿地(43~28 种);其中,道路绿地中应用的木本植物数量最少,这与道路绿地的面积有限有关。

不同绿地类型乔木的多样性指数中:simpson 指数数值为 0.890~0.956, shannon-wiener 指数为 2.418~3.381, Pielou 均匀度指数为 0.822~0.905, 从大到小依次为公园绿地、工厂绿地、事业单位绿地、居住区绿地与道路绿地(表 7)。综合对比乔木层与灌木层的多样性指数,除了道路绿地中乔木层的 shannon-wiener 指数小于灌木层,其余绿地类型中的多样性指数均为乔木 simpson 指数大于灌木。Pielou 均匀度指数结果也显示乔木大于灌木,乔木群落的物种分布得更加均匀。shannon-wiener 指数结果为乔木大于灌木,所以乔木群落丰富度和均匀度更高。除道路绿地外乔木层植物群落的丰富度和均匀度更大,复杂程度更高,生态系统的稳定性高。

表 7 兰州城市不同绿地类型木本植物物种多样性指数

Table 7 The diversity index of the woody plant in different types of green land in Lanzhou

类型	S (丰富度指数)		D (simpson 指数)		H (shannon-wiener 指数)		J (Pielou 均匀度指数)	
	乔木	灌木	乔木	灌木	乔木	灌木	乔木	灌木
公园绿地	42	34	0.956	0.928	3.381	3.011	0.905	0.854
事业单位绿地	39	33	0.940	0.918	3.155	2.892	0.861	0.827
居住区绿地	43	43	0.921	0.915	3.092	3.037	0.822	0.808
工厂绿地	40	31	0.945	0.927	3.192	2.930	0.865	0.853
道路绿地	16	28	0.890	0.857	2.418	2.477	0.872	0.743
total	74	70	0.960	0.920	3.619	3.162	0.8471	0.744

3 讨论

在调查范围内,共有木本植物 149 种,分别隶属 39 科、74 属,主要集中在蔷薇科、柏科、木犀科与松科,其中蔷薇科植物最多^[16],共有 36 种。在木本植物配置上,几种主要的植物重要值过大,优势明显,例如乔木中的国槐、雪松,重要值合计为 19%;灌木层中的黄杨与金叶女贞优势明显,重要值合计为 35.5%,组成较乔木更加单一。

乔木与灌木物种数比值为 1.07,乔木的比例高,应用乔灌木植物种类最多的绿地为公园绿地与居住区绿地;总体景观以落叶阔叶林为主,以乔木为主的园林造景较多,灌木则较多地片植或丛植,用于绿篱。常绿与落叶植物的比值为 0.25,常绿植物主要以松科、柏科与卫矛科为主,尤其针叶植物较多,例如雪松的大量应用,大量应用针叶树种和我国很多北方城市类似^[17]。但是,总体常绿植物的配置较少,这与兰州地处西北干旱与半干旱的环境有关,冬季寒冷、早春干旱少雨、气温回升快且不稳定,可供选择的常绿植物较少,一些北方常用的常绿植物如石楠类,在兰州无防护措施的情况下不能安全过冬,养护成本高。因此,进一步挖掘本地乡土常绿植物很有必要。

城市绿地乔木中应用的乡土植物比较多,比如国槐与云杉等。乡土植物具有较好的适应性与抗病性,研究表明乡土植物有助于维护城市植物群落的稳定性^[18-19]。而灌木层的植物种类相对乔木层的应用较少,很多兰州本地的优良野生植物资源的应用较少,以往对兰州市周边自然植被的研究中灌木层的丰富度要大于乔木层^[20],因此,增加灌木树种很有必要,尤其是本地乡土灌木。将乡土树种应用到城市绿化中不仅可以降低养护水平,并且建立近自然化的植物群落可以彰显城市特色。

全市绿地乔木层 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数分别为 0.960, 3.619 和 0.847;灌木层分别为 0.920, 3.162 和 0.744;乔木层的多样性、复杂程度与均匀度都要大于灌木层,这与西安、徐州、杭州、郑州等国内城市绿地一样,这是由于城市绿化大都是以乔木为主^[21-23]。

不同的绿地类型由于其功能性、养护单位的不同,植物的多样性也不同,例如观赏果树山杏与山楂在居住区的应用比较多,其他绿地类型中则比较少见。乔

木层多样性及均匀度最高的绿地是公园绿地,木本植物的丰富度与灌木 shannon-wiener 指数最高的绿地是居住区绿地。道路绿地中植物多样性最低,这与上海、重庆城市园林植物群落物种丰富度调查的结果相似^[5,20],道路绿地整体面积要小于其他类型绿地,并且为了避免遮挡,较多地使用灌木;其次要求有统一的物种,整齐的景观。因此,在以后的绿化中加大道路绿地面积,增加灌木品种,有助于提高道路绿地的多样性。

不同类型绿地相似性系数在 0.25~0.50,木本植物物种组成不相似,群落之间的界限明显,尤其是乔木层植物,乔木作为景观主题与绿地类型的目的性关系更加紧密。本研究中的群落均为人工植物群落,并没有对城市周边的自然和半自然植物群落进行研究,人工与自然半自然群落的相似性,可以为城市绿化提供借鉴^[21]。其次,也缺乏对城市绿地中草本植物群落的研究,需要在今后的研究中补充。

4 结论

在调查范围内,兰州城市绿地共有木本植物 39 科、74 属、149 种。乔木层 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数分别为 0.960, 3.619 和 0.847;灌木层分别为 0.920, 3.162 和 0.744;乔木层的多样性、丰富度与均匀度均大于灌木层。不同绿地类型木本植物群落物种组成处于中等不相似的水平,Jaccard 相似性系数处于 0.25~0.50;不同绿地类型木本植物的物种数、丰富度、均匀度与多样性也不尽相同;其中居住区绿地乔灌木的丰富度指数以及灌木的 Shannon-Wiener 指数最高;公园绿地的乔灌木 Simpson 指数、Pielou 均匀度指数以及乔木的 Shannon-Wiener 指数最高。在兰州城市绿地中,应该增加灌木物种以及本地乡土树种的应用,有助于提高木本植物的多样性及群落结构的稳定性。

参考文献:

- [1] 毛齐正,马克明,邬建国,等.城市生物多样性分布格局研究进展[J].生态学报,2013,33(4):1051-1064.
- [2] 李运远,张桂媛.重庆主城区屋顶绿化乡土植物资源调查及其应用分析[J].北京林业大学学报,2017,39(11):92-97.
- [3] 王秉洛.城市绿地系统生物多样性保护的特点和任务[J].中国园林,1998(1):4-7.
- [4] 徐凌.城市绿地生态系统综合效益研究—以大连市为例[D].辽宁师范大学,2003.

- [5] 董仕萍,王海洋,吴云霄. 重庆城市园林植物群落树木多样性研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2006,28(2):290—294.
- [6] 张艳丽,李智勇,杨军,等. 杭州城市绿地群落结构及植物多样性[J]. 东北林业大学学报,2013(11):25—30.
- [7] 雷金睿,宋希强,陈宗铸. 海口城市公园植物群落多样性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2017,37(1):88—93.
- [8] 赵峰,吴永华,杨永花,等. 兰州市园林植物多样性及应用情况调查[J]. 甘肃农业科技,2013(1):21—24.
- [9] 刘锦晖,刘学录. 嘉峪关城市公园绿地的空间分布与服务范围分析[J]. 草原与草坪,2017,37(5):41—46.
- [10] 张建旗,程晓月,赵峰,等. 兰州市区七叶树土壤养分状况研究[J]. 草原与草坪,2018,38(1):90—96.
- [11] 刘骏,蒲蔚然. 对新编《城市绿地分类标准》(CJJ/T85-2002)的几点意见[J]. 中国园林,2003,19(2):70—71.
- [12] 张金屯. 植物种群空间分布的点格局分析[J]. 植物生态学报,1998,22(4):344—349.
- [13] 屈兴乐,罗大庆,庞利,等. 基于 Excel 软件计算植物群落的生物多样性指数-以西藏林芝冷杉群落和拉萨灌草群落为例[J]. 山东师范大学学报(自然科学版),2015(1):121—124.
- [14] 张守昊,田青,李宗杰,等. 摩天岭北坡中段不同海拔梯度草本植物多样性生态系统功能分析[J]. 草原与草坪,2018,38(3).
- [15] 宋慧慧,周春玲,刘志科. 青岛市木本植物群落相似性研究[J]. 中国园林,2014,30(10):90—93.
- [16] 惠俊爱,李学禹,王绍明. 新疆蔷薇科植物的区系特点和地理分布[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2003,7(1):59—62.
- [17] 沈忱,周广柱,陈玮,等. 大连城市绿地的群落组成及物种多样性分析[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版),2014,16(1):1—5.
- [18] 秦耀民,刘康,王永军. 西安城市绿地生态功能研究[J]. 生态学杂志,2006,25(2):135—139.
- [19] 吴光洪,敬婧,吴双跃,等. 南暖温带城市公园植物群落结构研究—以青岛、徐州为例[J]. 浙江林业科技,2016,36(3):36—42.
- [20] 许宏刚,吴永华,张建旗,等. 兰州市植物群落结构与物种多样性调查[J]. 甘肃农业大学学报,2016,51(4):84—91.
- [21] 张琳,孟亚南,王佩佩,等. 郑州城市园林植物群落物种多样性研究[J]. 林业资源管理,2017(6):72—76. 赵越,金荷仙,林靖.
- [22] 杨学军,林源祥. 上海城市园林植物群落的物种丰富度调查[J]. 中国园林,2000,16(3):67—69.
- [23] 卢山,陈波,敬婧,等. 中亚热带城市近自然人工植物群落构建研究[J]. 中国园林,2015,31(6):85—89.

Study on species diversity of woody plant in urban green land of Lanzhou

LIU Le-le, ZHU Ya-ling, XU Hong-gang, ZHOU De-qi, HAN Mei-lan

(Lanzhou Institute of Landscape Gardening, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The woody plant community in urban green land of Lanzhou was investigated and analyzed in order to increase woody plant diversity and improve the community structure. The result indicated that the woody plants belonged to 39 families, 74 genera and 149 species. The Simpson index, Shannon-wiener index and Pielou evenness index of arborous layer were 0.960, 3.619, and 0.847 respectively, and they were 0.920, 3.162 and 0.744 respectively for shrub layer. The species distribution of different types of green land was moderately dissimilar, the Jaccard index ranged from 0.25 to 0.50. The species number, richness, diversity and evenness of woody plant community of different types of green land were different. The diversity index of woody plants and the Shannon-wiener of shrub in residential green land were the highest, the Simpson index and Pielou index of woody plants and Shannon-Wiener index of trees in park were the highest. The shrub species and local trees in urban green land of Lanzhou should be increased in order to improve the woody plant diversity and community stability.

Key words: woody plant diversity; community; Lanzhou; urban green land