

西咸新区种子植物多样性研究

王艺菲¹,周建云¹,李 荣²,张振源¹,彭少兵^{1*}

(1.西北农林科技大学 林学院,陕西 杨陵 712100;2.陕西省林业科学院,陕西 西安 710003)

摘 要:为保护西咸新区生物多样性,给当地植物资源开发利用提供数据支持,通过野外调查和查阅文献,对西咸新区种子植物的物种组成和区系特点进行分析。结果表明:1)西咸新区共有种子植物 112 科 353 属 671 种,其中裸子植物 4 科 8 属 21 种,被子植物 108 科 345 属 650 种。2)单种科、单种属为该区系主要成分,而属和种则集中在中大型科和小属内。3)西咸新区种子植物的 112 科可划分为 10 个分布区类型,其中世界分布科 40 科,热带分布科 36 科(50.00%,不包含世界分布科,下同),温带分布科 34 科(47.22%),中国特有科 2 科(2.78%);353 属可划分为 15 个分布区类型,其中世界分布属 50 属,热带分布属 96 属(31.68%,不包含世界分布科,下同),温带分布属 202 属(66.67%),中国特有属 5 属(8.91%),属的分布型与科相比具有更明显的温带性质。综上所述,西咸新区植物资源丰富,生活型多样且以草本植物为主,地理成分复杂多样,植物区系具有一定古老性,表现出明显温带性质,并有由亚热带向温带过渡的区系特点。

关键词:西咸新区;种子植物;物种多样性;植物区系

中图分类号:S731.1

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2024)01-0088-07

Seed Plant Diversity in Xixian New Area

WANG Yi-fei¹, ZHOU Jian-yun¹, LI Rong², ZHANG Zhen-yuan¹, PENG Shao-bing^{1*}

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China;

2. Shaanxi Academy of Forestry, Xi'an 710003, Shaanxi, China)

Abstract: The objective of this study was to protect the biodiversity of Xixian New Area, and provide data support for the development and utilization of local plant resources. Through field investigation and literature review, the species composition and floristic characteristics of seed plants occurring in Xixian New Area were analyzed. It is found that 1) there are 671 seed plant species in Xixian New Area, belonging to 112 families and 353 genera. Among them, there are 8 genera, 4 families, and 21 species in Gymnosperms, 345 genera, 108 families, and 650 species in Angiosperms. 2) Single species genus and single species family are the main components of the fauna, while genera and species are concentrated in medium and large families and small genera. 3) The 112 families of seed plants in Xixian New Area can be divided into 10 distribution area types, including 40 cosmopolitan families, 36 tropical families (50.00%, not include cosmopolitan genera, the same below), 34 temperate families (47.22%), and 2 endemic families in China (2.78%). The 353 genera can be divided into 15 distribution area types, including 50 cosmopolitan genera, 96 tropical genera (31.68%, not include cosmopolitan genera), 202 temperate genera (66.67%), and 5 endemic genera in China (8.91%). In summary, Xixian New Area is rich in plant resources, and the variety of life forms is mainly herbaceous. The geographical composition is complex and diverse, and the flora has a certain ancientness, showing obvious temperate nature, and has the characteristics of transition from subtropical to temperate.

收稿日期:2023-04-17 修回日期:2023-10-12

基金项目:西咸新区生物多样性调查(LZBD2021-497)。

第一作者:王艺菲。研究方向:生物多样性保护利用。E-mail:WYf18392855293@163.com

* 通信作者:彭少兵,博士,研究员。研究方向:林木遗传育种。E-mail:pshaobing@163.com

Key words: Xixian New Area; seed plant; species diversity; flora

植物多样性是经济社会发展的基础,它不仅为人类提供生存资源,还对维持生态系统的稳定性和多样性起重要作用^[1]。植物区系是在环境变化、地质变化及自身演变等特定历史条件的综合影响下,某一地区、时期或分类群所有植物的总和^[2]。植物区系可以稳定地反映群落所处区域的自然条件和植物群落的性质,是研究植物多样性和植物资源开发利用的前提^[3],为区域生物多样性保护、物种入侵、物种改良等提供科学依据^[4]。当前城市化进程的加快,引起生境破碎化、外来物种多样性增加、物种同质化、分布均质化等一系列问题^[5]。因此人们开始加大对植物资源保护的重视,并对快速城市化背景下的城市植物多样性组成及变化进行深入研究。

西咸新区地处关中平原腹地,整体地势北高南低,地形地貌以平原与黄土台塬为主,四季冷暖干湿分明,拥有丰富的植物资源和气候优势。西咸新区正处在快速建设发展时期,城市绿地是当地居民的主要休憩场所,研究该区域的植物多样性,不仅有助于探索建立城镇化过程生物多样性保护新模式,响应西咸新区总体规划中建设“生态田园新城”的号召,还有助于维持城市生态平衡,塑造高品质城区生态环境,然而目前尚未见对西咸新区植物多样性的研究报道。本研究通过在西咸新区进行实地调查,结合查阅资料,开展西咸新区种子植物名录编制及其地理区系成分分析,以期为该区域生物多样性保护和植物资源合理开发利用积累数据基础,为将来城市公园绿地规划以及城市生态文明建设提供参考。

1 研究区概况

西咸新区位于西安市与咸阳市之间(108°31′47″—108°58′19″E,34°10′15″—34°33′16″N),总面积882 km²。属暖温带大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,全年日照时数2 100 h,年降水量530~720 mm,年均气温13.6℃,年主导风向为东北风,无霜期213 d,海拔400~700 m^[6],土壤类型以湿陷性黄土、姜土为主,能够满足多种农作物生长。

2 材料与方法

2.1 外业调查

于2021年,在西咸新区采用样线法调查植物种类,按照县域植被多样性调查与评估技术规定,综合考虑不同地形地貌、海拔段、坡位、坡向等进行样线布设,样线覆盖了调查范围内各个生境,共计27条样线,每条调查线路长度不低于3 km,通过徒步行

走开展样线调查,记录所观察到的种子植物种类。对现场无法鉴定到的物种拍摄照片或采集标本,通过查阅《中国植物志》^[7]《陕西植物志》^[8]《陕西植被》^[9]《秦岭植物志》^[10]等权威著作或请教有关专家进行鉴定。

2.2 编制植物名录

对研究材料进行分类整理,并走访当地居民及有关机构,基于此编写出《西咸新区种子植物名录》,名录中全部物种的种名、属名、科名校对以《中国植物志》为主要参考。

2.3 植物区系分析

研究结果中西咸新区的数据来自本次外业调查,全国数据引自《中国植物志》。采用Excel 2010进行调查数据的整理和相关指标的计算,运用数理统计方法划分科、属、种数量等级,运用植物区系地理学原理,依据《世界种子植物科的分布区类型》^[11]划分科的分布区类型,依据《中国种子植物属的分布区类型》^[12]划分属的分布区类型,并在科、属水平上对西咸新区植物区系组成及区系地理成分进行分析。

3 结果与分析

3.1 西咸新区种子植物物种组成

统计结果显示,西咸新区共有种子植物112科353属671种(含39变种、7亚种、2变型、4栽培变种),其中裸子植物4科8属21种,占该区种子植物科、属、种总数的3.60%、2.30%、3.10%;被子植物108科345属650种,占总数的96.40%、97.70%、96.90%,可见被子植物在西咸新区种子植物区系中占绝对优势,而裸子植物较为匮乏;被子植物中双子叶植物共93科292属554种,占总数的83.04%、82.72%、82.56%;单子叶植物共15科53属96种,占总数的13.39%、15.01%、14.31%(表1)。

西咸新区种子植物生活型统计表明,草本植物是本区域植物的主体,共388种,占该区种子植物总数的57.82%;其次是乔木,共148种,占总数的22.06%;再次是灌木,共108种,占总数的16.10%;然后是藤本,共15种,占总数的2.24%,竹类最少仅12种,占总数的1.79%(表2)。

3.2 西咸新区种子植物科的组成及地理成分分析

3.2.1 西咸新区种子植物科的多样性 西咸新区种子植物共有112科671种,以各科物种数量为依据,将西咸新区种子植物划分为单科科(1种)、小科(2~5种)、中等科(6~20种)、较大科(21~50种)和大科(>51种)5个等级^[13-14]。

单科种数量最多,有银杏科(Ginkgoaceae)、杜仲科(Eucommiaceae)等世界范围内的单型科 32 科,共含 32 属 32 种占该区域总科数、总属数、总种数的 28.57%、9.07%、5.77%;小科有胡桃科(Juglandaceae)、榆科(Ulmaceae)、桑科(Moraceae)等 51 科 96 属 161 种,占该区域总科数、总属数、总种数的 45.54%、27.20%、23.99%,在该群落中单科种和小科虽不占主导地位,但却体现了西咸新区植物区系的复杂性和多样性;中等科有松科(Pinaceae)、小檗科(Berberidaceae)、木兰科(Magnoliaceae)

等 24 科,共含 102 属 241 种,占该区域总科数、总属数、总种数的 21.43%、28.90%、35.92%;较大科有豆科(Fabaceae)、唇形科(Lamiaceae)、禾本科(Gramineae)等 3 科,占总科数、总属数、总种数的 2.68%、17.00%、14.16%;大科的科数最少,只有蔷薇科(Rosaceae)和菊科(Asteraceae)2 科,却是灌木层和草本层的主要组成成分,菊科和蔷薇科仅占总科数的 1.79%,却占总属数、总种数的 17.85%、21.16%,显然在本区域种子植物区系中占有重要的地位(表 3)。

表 1 西咸新区种子植物科、属、种统计

Table 1 Statistical table of families,genera and species of seed plants in Xixian New Area

门类	科数	占总科数(%)	属数	占总属数(%)	种数	占总种数(%)
裸子植物	4	3.60	8	2.30	21	3.10
被子植物	108	96.40	345	97.70	650	96.90
双子叶植物	93	83.04	292	82.72	554	82.56
单子叶植物	15	13.39	53	15.01	96	14.31
合计	112	100.00	353	100.00	671	100.00

表 2 西咸新区种子植物生活型组成

Table 2 Life form composition of seed plants in Xixian New Area

植物组成	乔木	灌木	草本	竹类	藤本	
					木质藤本	草质藤本
种数	148	108	388	12	10	5
百分数(%)	22.06	16.10	57.82	1.79	1.49	0.75

表 3 西咸新区种子植物科的级别统计

Table 3 Rank statistics of families of seed plants in Xixian Nnew Area

类型	科数	占总科数(%)	属数	占总属数(%)	种数	占总种数(%)
单种科	32	28.57	32	9.07	32	4.77
小科(2~5 种)	51	45.54	96	27.20	161	23.99
中等科(6~20 种)	24	21.43	102	28.90	241	35.92
较大科(21~50 种)	3	2.68	60	17.00	95	14.16
大科(>51 种)	2	1.79	63	17.85	142	21.16
合计	112	100	353	100	671	100

3.2.2 西咸新区种子植物科的地理成分 在植物区系研究中,科是能体现出总体特征的高级分区指标,强调了类群之间演化的共有属性以及阶段性,比属的历史更漫长,具有一定的稳定性。根据吴征镒^[12]划分世界种子植物科的分布区类型的原则,对西咸新区种子植物区系的地理成分进行分析表明(表 4),西咸新区种子植物的 112 科可分为 10 种分布型,缺失了热带亚洲至热带非洲分布、热带亚洲分布、温带亚洲分布、地中海区、西亚至中亚分布和中亚分布这 5 个分布类型。

世界分布科共 40 科,占总科数的 35.71%,包含了本地区大部分优势科,如菊科、蔷薇科、禾本科(Gramineae)等。该分布类型包括的科数最多,但

分布范围较广,难凸显区系的性质,在区系分析中地位不突出,因此在统计分析时暂不进行考虑^[15-16]。

热带分布科(第 2~7 型)共 36 科,占非世界广布科的 50.00%,其中泛热带分布及其变型最多,共 28 科,占非世界广布科的 38.89%,包括豆科、葫芦科(Cucurbitaceae)等优势科,以及卫矛科(Celastraceae)、无患子科(Sapindaceae)等,此处所谓的热带成分,是指我国泛热带成分中向北分布、扩展到亚热带甚至温带地区的科,而不是典型的纯热带科^[17]。

温带分布科(第 8~14 型)共 34 科,占非世界广布科的 47.22%,其中北温带分布及其变型最多,共 26 科,占非世界广布科的 36.11%,包括十字花科

(Brassicaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)、百合科(Liliaceae)等。

中国特有科仅银杏科(Ginkgoaceae)、杜仲科(Eucommiaceae)2科,占非世界广布科的2.78%。与全国种子植物科的分布类型比较,西咸新区世界

分布科所占比重高于全国,热带成分所占比重低于全国,温带成分所占比重高于全国。从科级水平上看,西咸新区种子植物中世界广布科最多,热带分布科略高于温带分布科,这表明西咸新区种子植物科级区系呈现出一定的热带-温带过渡性特点(表4)。

表 4 西咸新区种子植物科的分布区类型

Table 4 Areal types of families of seed plants in Xixian New Area

分布区类型	西咸新区		全国	
	科数	占西咸新区 非世界广布科比例(%)	科数	占全国 非世界广布科比例(%)
1. 世界分布	40		50	
2. 泛热带分布	28	38.89	120	35.71
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	5	6.94	11	3.27
4. 旧世界热带分布	2	2.78	17	5.06
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	1.39	10	2.98
6. 热带亚洲至热带非洲分布			7	2.08
7. 热带亚洲(即热带东南亚至印度—马来,太平洋诸岛)分布			22	6.55
8. 北温带分布	26	36.11	46	13.69
9. 东亚和北美洲间断分布	5	6.94	14	4.17
10. 旧世界温带分布	1	1.39	6	1.79
11. 温带亚洲分布				
12. 地中海区、西亚至中亚分布			8	2.38
13. 中亚分布			1	0.30
14. 东亚分布	2	2.78	18	5.36
15. 中国特有分布	2	2.78	6	1.79
合计	112	100	336	100

注:比例不包括世界分布。

3.3 西咸新区种子植物属的组成及地理成分分析

3.3.1 西咸新区种子植物属的多样性 西咸新区种子植物共有353属671种,根据属内种数,可将西咸新区种子植物划分为单种属(仅1种)、小属(2~5种)、中属(6~9种)、大属(>10种)4个等级(表5)。

单种属所含属数最多,有银杏属(*Ginkgo*)、杜仲属(*Eucommia*)、七叶树属(*Aesculus*)等218属,共含218种,分别占该区域总属数和总种数的61.76%和32.49%;小属有侧柏属(*Platycladus*)、柳属(*Salix*)、榆属(*Ulmus*)等119属,共含331种,分别占总数的33.71%和49.33%;该区系种子植物小于5种的属达到了337属,占总属数95.47%,种数达到了549种,占总数的81.82%,在属的数量上占据主导地位;中属有刺柏属(*Juniperus*)、蔷薇属(*Rosa*)、桃属(*Amygdalus*)等12属,包含86种,分别占总数的3.40%和12.82%;大属有杨属(*Populus*)、槭属(*Acer*)、蒿属(*Artemisia*)3属,包含36种,分别占总数的0.85%和5.37%。可见,西咸新区种子植物的属主要由单种属和小属组成,大属的数量虽少但优势性明显。

3.3.2 西咸新区种子植物属的地理成分 植物区

系研究中,属的区系比科的区系更能体现出植物进化过程中的分布情况以及区域地理特征^[18]。根据中国种子植物属的分布类型的划分方法^[19],将西咸新区353属种子植物划分为15种分布型,全国种子植物的15个分布区均有代表(表6)。

生态幅大、适应性强的世界分布属有50属,占总属数的14.16%,包括槐属(*Sophora*)、大戟属(*Euphorbia*)、鼠尾草属(*Salvia*)等。

热带分布属有96属,占总属数的31.68%,其中泛热带分布及其变型最多,有43属,占非世界广布属的14.19%,包含卫矛属(*Euonymus*)、黄杨属(*Buxus*)、冬青属(*Ilex*)等。

表 5 西咸新区种子植物属的级别统计

Table 5 Hierarchical statistics of the genera of seed plants in Xixian New Area

类型	属数	占总属数(%)	种数	占总种数(%)
单种属	218	61.76	218	32.49
小属(2~5种)	119	33.71	331	49.33
中属(6~9种)	12	3.40	86	12.82
大属(>10种)	3	0.85	36	5.37
合计	353	100.00	671	100.00

温带分布属有 202 属,占非世界广布属的 66.67%,其中北温带分布及其变型共有 75 属,居该区域各分布区类型之首,占非世界广布属的 24.75%,包括槭属(*Acer*)、鸢尾属(*Iris*)、杨属(*Populus*)等。

中国特有属仅银杏属、蜡梅属(*Chimonanthus*)、杜仲属、文冠果属(*Xanthoceras*)、华蟹甲属

(*Sinacalia*)5 属,占非世界广布属的 8.91%。与全国种子植物属的分布类型比较,西咸新区世界分布属所占比重高于全国,热带成分所占比重低于全国,温带成分所占比重高于全国,表明该区域种子植物属级区系地理成分多样,温带成分占绝对优势,种子植物区系温带性质显著。

表 6 西咸新区种子植物属的分布区类型

Table 6 Areal types of the genera of seed plants in Xixian New Area

分布区类型	西咸新区		全国	
	属数	占西咸新区 非世界广布属比例(%)	属数	占全国 非世界广布属比例(%)
1. 世界分布	50		104	
2. 泛热带分布	43	14.19	362	11.98
3. 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	15	4.95	62	2.05
4. 旧世界热带分布	9	2.97	177	5.86
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	9	2.97	148	4.90
6. 热带亚洲至热带非洲分布	12	3.96	164	5.43
7. 热带亚洲(即热带东南亚至印度—马来,太平洋诸岛)分布	8	2.64	611	20.22
8. 北温带分布	75	24.75	302	9.99
9. 东亚和北美洲间断分布	31	10.23	124	4.10
10. 旧世界温带分布	47	15.51	164	5.43
11. 温带亚洲分布	4	1.32	55	1.82
12. 地中海区、西亚至中亚分布	15	4.95	171	5.66
13. 中亚分布	3	0.99	126	4.17
14. 东亚分布	27	8.91	299	9.89
15. 中国特有分布	5	1.65	257	8.50
合计	353	100	3 126	148.08

注:比例不包括世界分布。

3.4 珍稀濒危及国家重点保护植物

保护珍稀植物是生物多样性保护中的一项重要工作^[20]。西咸新区位于变异复杂的过渡地带,具有优异的生态条件,植物成分复杂多样,分布有蜡梅(*Chimonanthus praecox*)、文冠果(*Xanthoceras sorbifolium*)、华蟹甲(*Sinacalia tangutica*)等我国特有属种,还有银杏(*Ginkgo biloba*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)等孑遗植物。

按国务院 2021 年发布的《国家重点保护野生植物名录(2021 版)》,西咸新区被列入国家级重点保护野生植物名录的有苏铁(*Cycas revoluta*)、银杏、鹅掌楸(*Liriodendron chinense*)、中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)等 4 种。

3.5 入侵植物

入侵物种不是本地的原生区系成分,而是从国外进入中国,并已经对当地生态系统产生一定不良影响的物种^[21]。入侵植物不仅对当地生态系统产生严重影响,导致其物种多样性降低、某些特异物种消失,同时一些恶性入侵植物已严重影响到国民经济发展和居民的生产生活^[22]。

根据野外调查结果(表 7),西咸新区有入侵植

物 7 科 8 属 8 种,除菊科含一枝黄花属(*Solidago*)、飞蓬属(*Erigeron*)外,其他的科都是单科单属。在这些入侵种中,加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)已被列为农业重大外来入侵植物,对我国农业生产和生态安全造成了严重危害。西咸新区入侵植物均为草本,适应性强,繁殖能力强,应加强监测和防控。

4 结论与讨论

西咸新区植物资源丰富,共有种子植物 112 科 353 属 671 种,其中裸子植物 4 科 8 属 21 种,被子植物 108 科 345 属 650 种,可见当前西咸新区的生物多样性保护工作卓有成效。在科、属组成上,区域内种子植物以寡种科、寡种属为主,属和种趋向于集中在多种科、多种属内,大科在研究区的区系组成和群落构建中占主导地位,且大科基本都是本区的世界分布型优势科,这与其他学者对周边地区的研究相符^[23-24]。

西咸新区种子植物科的区系可划分为 10 个分布区类型,世界广布型、热带性质分布型、温带性质分布型的科数分别为 40、36、34 科,以世界广布型

表 7 西咸新区入侵植物名单

Table 7 List of plant invasion in Xixian New Area

种名	拉丁名	属名	属拉丁名	科名	科拉丁名
白车轴草	<i>Trifolium repens</i>	车轴草属	<i>Trifolium</i>	豆科	Fabaceae
反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i>	苋属	<i>Amaranthus</i>	苋科	Amaranthaceae
加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i>	一枝黄花属	<i>Solidago</i>	菊科	Asteraceae
小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>	飞蓬属	<i>Erigeron</i>	菊科	Asteraceae
野胡萝卜	<i>Daucus carota</i>	胡萝卜属	<i>Daucus</i>	伞形科	Apiaceae
圆叶牵牛	<i>Ipomoea purpurea</i>	番薯属	<i>Ipomoea</i>	旋花科	Convolvulaceae
月见草	<i>Oenothera biennis</i>	月见草属	<i>Oenothera</i>	柳叶菜科	Onagraceae
杂配藜	<i>Chenopodium hybridum</i>	藜属	<i>Chenopodium</i>	藜科	Chenopodiaceae

占优势,热带性质科略多于温带性质科,体现出植物交汇的特点。西咸新区拥有中国种子植物属 15 个分布区的全部类型,世界广布型、热带性质分布型、温带性质分布型的属数分别为 50 属、96 属、202 属,以温带性质属占绝对优势,可见该区系在属的分布区呈现为温带性质^[25]。西咸新区种子植物中还包括了一些间断分布的科属,这可能是引种培育外来树种的结果。区系中还含有松科(Pinaceae)、壳斗科(Fagaceae)、桦木科(Betulaceae)等一些较古老的科,体现了区系具有一定的古老性^[26-28]。本区系地理成分类型的复杂,既反映出西咸新区植物地域性强的特征,也反映出西咸新区区域生境类型多样、植物的丰富度高的特征。

西咸新区正在大面积开发建设中,人为干扰活动多,因此要依据当前的植物资源状态和价值类型进行保护管理,可以适当通过风景园林手段把一些濒危植物移植在公园、植物园或环境相似的区域,并精心养护,使它们得到保护和繁育^[29]。在未来的城市园林绿化植物规划中,要以乡土植物为主增加适生植物,引种驯化并应用在园林绿化中,以增加植物多样性。西咸新区发现外来入侵物种,它们的传播快、繁殖力旺盛、适应性强,是破坏当地生态系统功能的重要因素^[30],对乡土植物生存造成威胁,应因地制宜实施物理清除、喷施药剂、生物防治等措施进行清理。本研究为西咸新区植物资源合理开发利用积累数据基础,为城市公园绿地规划建设提供参考,将来西咸新区的植物多样性如何变化,还需持续监测。

参考文献:

[1] 彭舜磊,李满园,宋莹,等. 宝天曼国家级自然保护区种子植物物种多样性与区系分析[J]. 浙江林业科技,2022,42(3):9-16.
PENG S L, LI M Y, SONG Y, *et al.* Species diversity and floris-tis seed plants in Baotianman nature reserve[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2022, 42(3): 9-16. (in Chinese)

[2] 孙航,邓涛,陈永生,等. 植物区系地理研究现状及发展趋势

[J]. 生物多样性, 2017, 25(2): 111-122.
SUN H, DENG T, CHEN Y S, *et al.* Current research and de-velopment trends in floristic geography[J]. Biodiv Sci., 2017, 25(2): 111-122. (in Chinese)

[3] 金万洲,卜静,罗惠文,等. 祁连山国家公园青海片区种子植物区系特征[J]. 浙江农林大学学报, 2022, 39(2): 289-296.
JIN W Z, BU J, LUO H W, *et al.* Floristic characteristics of seed plants in Qinghai area of Qilian Mountain national park [J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2022, 39(2): 289-296. (in Chinese)

[4] 陈思艺,艾训儒,姚兰,等. 鄂西南地区种子植物多样性与区系特征[J]. 西北植物学报, 2019, 39(2): 330-342.
CHEN S Y, AI X R, YAO L, *et al.* Biodiversity and flora char-acteristics of seed plants in southwest of Hubei[J]. Journal of Botany of Northwest China, 2019, 39 (2): 330-342. (in Chi-nese)

[5] 冯建孟,徐成东. 植物区系过渡性及其生物地理意义[J]. 生态学杂志, 2009, 28(1): 108-112.
FENG J M, XU C D. Flora transitiona and its biogeographical significance[J]. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28 (1): 108-112. (in Chinese)

[6] 王俊俊,弓弼. 西咸新区景观格局演变及其生态风险分析[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(2): 250-256.
WANG J J, GONG B. Evolution of landscape pattern and eco-logical risk in Xixian New Area[J]. Journal of Northwest For-estry University, 2019, 34(2): 250-256. (in Chinese)

[7] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[8] 岳明. 陕西植物志: 第四卷[M]. 北京: 科学出版社, 2022.

[9] 雷明德. 陕西植被[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[10] 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1974.

[11] 吴征镒,周浙昆,李德铎,等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003(3): 245-257.
WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, *et al.* The areal-types of the world families of seed plants[J]. Plant Diversity, 2003(3): 245-257. (in Chinese)

[12] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(Supp. 4): 1-139
WU Z Y. The areal types of seed plant genera in China[J]. Yunnan Plant Research, 1991, 13(Supp. 4): 1-139. (in Chi-nese)

[13] 段义忠,李娟,杜忠毓,等. 毛乌素沙地天然植物多样性组成及

- 区系特征分析[J]. 西北植物学报, 2018, 38(4): 770-779.
- DUAN Y Z, LI J, DU Z Y, *et al.* Analysis of biodiversity and flora characteristics of natural plants in Mu Us sandy land[J]. Journal of Botany of Northwest China, 2018, 38(4): 770-779. (in Chinese)
- [14] 李冬琳, 邓双文, 邢福武, 等. 海南文昌维管植物区系特征分析[J]. 植物科学学报, 2018, 36(3): 309-319.
- LI D L, DENG S W, XING F W, *et al.* Analysis of the characteristics of vascular flora in Wenchang, Hainan[J]. Plant Science Journal, 2018, 36(3): 309-319. (in Chinese)
- [15] 赵万义, 刘忠成, 叶华谷, 等. 罗霄山脉种子植物区系及其南北分化特征[J]. 生物多样性, 2020, 28(7): 842-853.
- ZHAO W Y, LIU Z C, YE H G, *et al.* The flora of seed plants in the Luoxiao Mountains and its north-south differentiation characteristics[J]. Biodiversity Science, 2020, 28(7): 842-853. (in Chinese)
- [16] 曹晓栋, 杨波, 黄梅, 等. 贵州省宽阔水国家级自然保护区草本植物区系及物种多样性研究[J]. 西北植物学报, 2021, 41(9): 1559-1569.
- CAO X D, YANG B, HUANG M, *et al.* Flora and species diversity of herbaceous plants in Kuankuoshui national nature reserve of Guizhou[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2021, 41(9): 1559-1569. (in Chinese)
- [17] 张秦伟. 陕西木本种子植物区系属的热带地理成分研究[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(2): 137-143.
- ZHANG Q W. Tropical geographical elements of woody seed flora in Shaanxi, China[J]. Plant Science Journal, 2010, 28(2): 137-143. (in Chinese)
- [18] 王蕾, 施诗, 廖文波, 等. 井冈山地区珍稀濒危植物及其生存状况[J]. 生物多样性, 2013, 21(2): 163-177.
- WANG L, SHI S, LIAO W B, *et al.* Rare and endangered plants in mount Jinggangshan region[J]. Biodiversity Science, 2013, 21(2): 163-177. (in Chinese)
- [19] 温放, 梁桂友, 曹明, 等. 广西原生树种资源及其开发利用研究[J]. 广西林业科学, 2012, 41(2): 115-120.
- WEN F, LIANG G Y, CAO M, *et al.* Studies on the resources of native trees and their utilization in Guangxi[J]. Guangxi Forestry Science, 2012, 41(2): 115-120. (in Chinese)
- [20] 殷根深, 张双双, 程文磊, 等. 云南省外来入侵植物的区系成分及多样性分析[J]. 生物安全学报, 2023, 32(1): 16-24.
- YIN G S, ZHANG S S, CHENG W L, *et al.* Analysis on the floristics and diversity of invasive alien plants in Yunnan Province[J]. Journal of Biosafety, 2023, 32(1): 16-24. (in Chinese)
- [21] 王宇超, 黎斌, 李阳, 等. 秦岭黑河流域植物区系组成成分、特征分析[J]. 基因组学与应用生物学, 2016, 35(6): 1512-1520.
- WANG Y C, LI B, LI Y, *et al.* Characteristics of the plants flora in Heihe valley of Qinling Mountains[J]. Genomics and Applied Biology, 2016, 35(6): 1512-1520. (in Chinese)
- [22] 张巧明, 王得祥, 龚明贵. 秦岭火地塘种子植物区系及其与毗邻地区的关系分析[J]. 西北植物学报, 2012, 32(3): 589-595.
- ZHANG Q M, WANG D X, GONG M G. Flora of seed plant in huoditang and its relationship with floras in other areas of Qinling Mountains[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin, 2012, 32(3): 589-595. (in Chinese)
- [23] 李登武, 詹兴中, 王冬梅, 等. 陕西黄龙山褐马鸡自然保护区种子植物区系研究[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2008, 119(1): 133-140.
- LI D W, ZHAN X Z, WANG D M, *et al.* Study on seed flora in Huanglong Mountains crossoptilon mantchuricum nature reserve, Shaanxi[J]. J. Shanxi Univ.: Nat. Sci. Ed., 2008, 119(1): 133-140. (in Chinese)
- [24] 袁秉和, 李登武, 李文华. 陕西周至老县城自然保护区种子植物区系研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(1): 211-216, 222.
- YUAN B H, LI D W, LI W H. Studies on flora diversity of theseed plants in Laoxiancheng Nature Reserve, Zhouzhi, Shaanxi[J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Ed., 2007, 35(1): 211-216, 222. (in Chinese)
- [25] 刘亚斌, 雒宏佳, 常朝阳. 秦岭豆科植物区系分析[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(4): 80-86.
- LIU Y B, LUO H J, CHANG Z Y. Floristic characteristics of lguminosae in Qinling Mountains[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(4): 80-86. (in Chinese)
- [26] 李思锋, 王宇超, 黎斌. 秦岭种子植物区系的性质和特点及其与毗邻地区植物区系关系[J]. 西北植物学报, 2014, 34(11): 2346-2353.
- LI S F, WANG Y C, LI B. Characteristics of the seed plants flora in Qinling Mountains and its relationship with floras in other mountains[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2014, 34(11): 2346-2353. (in Chinese)
- [27] 黄先寒, 兰国玉, 杨川, 等. 广东橡胶林群落种子植物区系组成成分分析[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(3): 68-73.
- HUANG X H, LAN G Y, YANG C, *et al.* Flora composition of seed plant in rubber forests in Guangdong Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(3): 68-73. (in Chinese)
- [28] 吴建宇. 植物生长调节剂对山牡荆扦插生根及生理变化的影响[J]. 森林工程, 2023, 39(3): 49-56.
- [29] 尚书, 陈宪章, 谢亚红. 秦岭植物在西安园林建设中的应用[J]. 中国园林, 2012, 28(7): 80-82.
- SHANG S, CHEN X Z, XIE Y H. Application of plants of Qinling Mt. in Xi'an landscape construction[J]. Chinese Landscape Architecture, 2012, 28(7): 80-82. (in Chinese)
- [30] 朱峻熠, 胡军飞, 欧丹燕, 等. 浙江普陀山外来入侵植物组成及危害现状[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(4): 737-744.
- ZHU J Y, HU J F, OU D Y, *et al.* Species components and hazards of alien invasive plants in Putuoshan Island, Zhejiang Province[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2020, 37(4): 737-744. (in Chinese)