

DOI:10.11937/bfyy.201620018

全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状及其与种群空间分布格局的相关性

张霓雯¹, 王昊², 吴云², 刘光立²

(1. 四川航天职业技术学院, 四川 广汉 618300; 2. 四川农业大学 风景园林学院, 四川 成都 611130)

摘要:以全缘叶绿绒蒿为试材,运用野外调查与点格局相结合的分析方法,研究了海拔变化对全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状、种群空间分布格局特征的影响,并探讨种子散播功能性状与种群空间分布格局特征的相关性,以期揭示植物繁殖生长的生态适应对策。结果表明:全缘叶绿绒蒿单果胚珠数随海拔升高而增加,而种子千粒质量、花梗长度和株高均随海拔升高而降低,单因素方差分析表明不同海拔梯度间种子千粒质量和单果胚珠数差异不显著($P>0.05$),而花梗长和植株高度在不同海拔间则存在显著差异($P<0.05$)。样地1(4 452 m)、样地2(4 215 m)、样地3(4 081 m)、样地4(3 841 m)和样地5(3 681 m)全缘叶绿绒蒿种群分别在0~5.82、0~8.6、0~8.8、0~9.2、0~20 m空间尺度上呈聚集分布,不同海拔全缘叶绿绒蒿种群呈现聚集分布的空间尺度存在显著差异,即随着海拔的升高,种群聚集分布的空间尺度越小。Pearson相关分析表明,植株花梗长、株高、种子千粒质量与种群聚集分布空间尺度呈正相关,单果胚珠数与种群聚集分布空间尺度呈负相关,但均不显著($P>0.05$)。

关键词:全缘叶绿绒蒿;种子散播;功能性状;种群;空间分布格局

中图分类号:Q 944.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0062-06

植物功能性状反映了植物对生长环境的响应与长期适应^[1],对植物的形态建成、生存生长及空间分布格局有着强烈的影响。植物种群空间分布格局体现了植物与环境间的关系,受植物功能性状的影响^[2],种群空间分布格局的差异能够反映格局形成的生态学过程(如干扰、种子散播等)、生物学特性以及特定生境下植物功能性状的差异^[3-5]。

海拔高度的剧烈变化会造成山地地形极为显著的环境差异,使得各种环境因子出现梯度性的变化^[6],如气温、气压随海拔升高而降低^[7]、光照强度增加^[8]等,这往往导致不同海拔梯度下植物功能性状出现差异性的变化^[9-13],继而影响种群空间分布格局在不同海拔梯度上的呈现方式^[14]。然而针对不同海拔梯度下植物功能性状与种群空间分布格局特征相关关系的研究报道国

内尚不多见,仅有的只是在不同海拔群落特征研究基础上的附带探讨^[15]。研究植物功能性状、种群空间分布格局沿海拔梯度的变化以及二者之间的关系可以更好的认识植物对环境的适应机制。因此,现以全缘叶绿绒蒿(*Meconopsis integrifolia*)为研究对象,研究不同海拔全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状、种群空间分布格局特征的差异,并探讨种子散播功能性状与种群空间分布格局特征的相关性,以期揭示植物繁殖生长的生态适应对策,为探讨植物生殖功能性状对种群环境适应与自身调节的影响机制提供帮助。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

研究地位于四川省汶川县卧龙自然保护区巴朗山阳坡(东经102°53.850'~102°56.806',北纬30°52.828'~30°54.671'),海拔3 600~4 460 m。气候属于典型的内陆高山气候,冬寒夏凉,降水丰富,干湿季节分明。年均温8.6℃,1月平均气温-1.7℃,7月平均气温17.0℃,年平均降水量700~900 mm,1月平均降水量519 mm,7月平均降水量193 mm,降水集中在5—9月(雨季),此时降水量占全年总降水量的76.1%。土壤为高山及亚

第一作者简介:张霓雯(1989-),女,四川广元人,本科,助教,研究方向为园林植物栽培应用。E-mail:631991145@qq.com.

责任作者:刘光立(1977-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事园林植物栽培与野生植物应用等研究工作。E-mail:liugl_1@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31370436)。

收稿日期:2016-07-25

高山草甸土,土壤有机质含量高呈微酸性^[16]。

研究地属于高山及亚高山草甸植被类型,约有植物 265 种,隶属于 35 科 88 属。植被以灌木和多年生草本为主。低海拔样地内分布有莲叶囊吾(*Ligularia nelumbifolia*)、驴蹄草(*Caltha palustris*)等,高海拔样地内分布有穗花报春(*Primula deflexa* Duthie)、独花报春(*Omphalogramma viciiflorum*)、垂头菊(*Cremanthodium reniforme*)等。

1.2 试验材料

全缘叶绿绒蒿(*Meconopsis integrifolia*)属罂粟科绿绒蒿属一年生或多年生草本^[17],是绿绒蒿属植物中较为广布的种之一,分布于海拔 2 500 m 的高山灌丛至 5 000 m 的雪线区间内,喜湿润、略酸性的土壤,生境较为特殊,不是群落中的优势种。以种子进行繁殖^[18],花黄色,花大色艳,花期 5 月下旬至 8 月上旬,具有极高的观赏价值和药用价值,果期 8—10 月,蒴果。

1.3 试验方法

在充分踏察的基础上,选择坡向和土壤条件基本一致的全缘叶绿绒蒿分布地,沿海拔梯度间隔约 200 m 共设 5 个 20 m×20 m 的研究样地,对样地内全缘叶绿绒蒿植株进行标记,以样地一角为坐标原点,统计样地内所有全缘叶绿绒蒿个体的空间位置坐标(X、Y 坐标值)。

1.4 项目测定

种子散播功能性状测定:每样地内随机选取 20~25 株成年植株,用卷尺测定株高和花梗长,其中花梗长的测定是选取每株最早开花的花梗,精确到 0.01 cm。株高为植株贴近地表部分到最高点的高度;花梗长为花梗基部到花托基部的长度。每株取最早发育的一个果实,每样地各 20 个,带回实验室统计单果胚珠数,取平均值。每样地采集 40 个成熟果实,筛选发育成熟的种子用万分之一天平测定种子千粒质量,5 次重复,取平均值。

表 1 5 个调查样地的环境情况

Table 1 Environmental conditions of five plots

样地号 Plot No.	海拔高度 Elevation/m	坡向 Aspect	土壤 Soil
1	4 452	阳坡(南偏东)	草甸土,酸性
2	4 215	阳坡(南偏东)	草甸土,酸性
3	4 081	阳坡(南偏东)	草甸土,酸性
4	3 841	阳坡(南偏西)	草甸土,酸性
5	3 681	阳坡(南偏东)	草甸土,酸性

注:样地海拔高度值为坐标原点实测值。

Note: Elevation of plots are the origin of the coordinate measured altitude.

1.5 数据分析

参照 WIEGAND 等^[19]的方法,用单变量 O-ring 统计方法分析全缘叶绿绒蒿的空间分布格局。为避免空

间格局的误判,在进行 O-ring 统计分析时,仔细选择零假设(null model)。对于单变量 O-ring 统计,若物种的空间分布没有表现出明显的聚集性,则使用完全空间随机零假设;若物种的分布呈明显的空间异质性,则使用异质性 Poisson 过程零假设。

采用 Programita 软件完成数据分析过程。空间尺度为 0~20 m,步长 1 m;Monte-Carlo 随机模型的次数为 100 次,得到由上下 2 条包迹线围成的 99% 的置信区间^[20]。采用 SPSS 19.0 软件对不同海拔样地种子散播功能性状的测定数据进行单因素方差分析(One-way ANOVA),多重比较采用 LSD 法。用 Pearson 相关性分析不同样地种子散播功能性状与种群呈聚集分布的空间尺度的相关性。使用 Excel 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同海拔全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状

从表 2 可以看出,不同海拔梯度下,全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状均存在一定程度上的差异,随着海拔的升高,种子千粒质量与单果胚珠数差异较小,方差分析表明各样地间差异不显著($P>0.05$);而株高、花梗长差异较大,且随着海拔的升高不断降低,方差分析显示株高和花梗差在各样地间差异显著($P<0.05$)。

表 2 不同海拔下全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状分析

Table 2 The analysis of seed dispersal functional traits of *M. integrifolia* at different altitudes

样地号 Plot No.	千粒质量 Mass of 1 000 grains /g	单果胚珠数 Ovule numbers	株高 Plant height /cm	花梗长 Pedicel length /cm
样地 1	0.549 6±0.006a	1 026.42±40.407a	36.340±1.412e	15.116±0.991c
样地 2	0.549 2±0.010a	1 025.50±33.395a	47.600±1.743d	19.000±0.859b
样地 3	0.579 5±0.028a	976.35±51.409a	59.160±1.675c	21.392±0.879b
样地 4	0.567 0±0.038a	927.84±39.319a	67.684±2.094b	25.080±1.133a
样地 5	0.588 6±0.019a	999.74±40.598a	74.300±2.717a	25.200±1.095a

注:多重比较采用 LSD 法。表中数据为平均值±标准误。表中不同小写字母(a,b,c,d,e)表示差异显著($P<0.05$)。

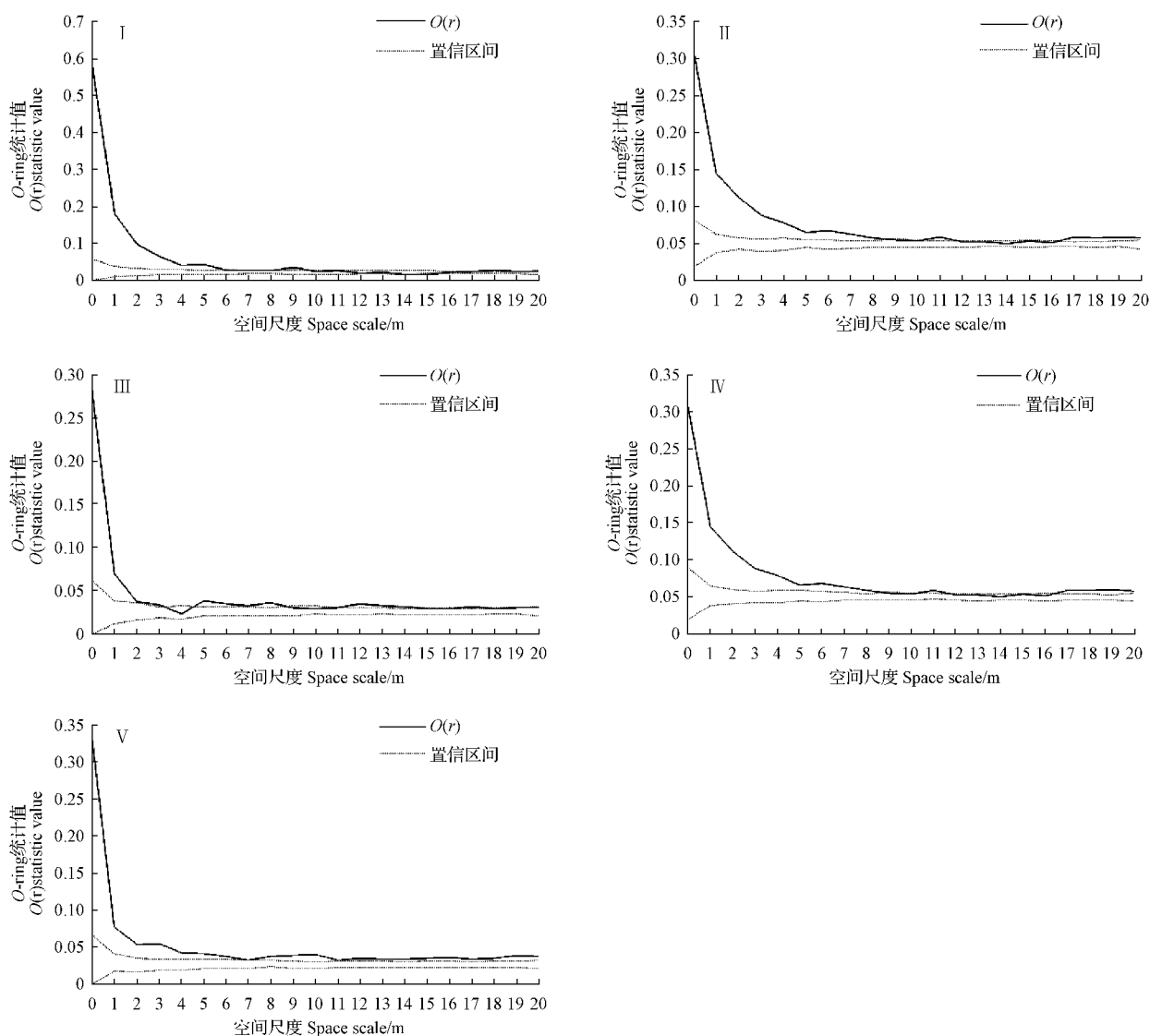
Note: Multiple comparison use the way of LSD. Data were means ± SE. The small letters (a,b,c,d,e) in the table mean significant difference ($P<0.05$).

2.2 不同海拔全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局特征

巴朗山不同海拔全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局特征分析结果如图 1 所示,实线为用实际数据所计算的 $O(r)$ 值,虚线为拟合的 99% 置信区间。当 O-ring 统计值 $O(r)$ 高于或低于置信区间时,说明个体显著偏离随机分布,而呈聚集分布或均匀分布^[21]。由图 1 可知,不同样地 $O(r)$ 值变化趋势基本一致,海拔高度的变化对全缘叶绿绒蒿种群的空间分布格局产生了较大影响,海拔越高种群呈聚集分布的空间尺度越小。样地 1 在 0~5.82 m 的尺度上为聚集分布,植株集中于狭窄的范围内,常形

成全缘叶绿绒蒿植株的聚集,在 5.82~20 m 尺度上主要呈随机分布,植株较少并随机分布于此空间尺度内,但在 13.8~15.4 m 尺度上呈均匀分布,植株均匀分布于此空间尺度内,不受土壤水肥、地形等影响;样地 2 在 0~8.6 m 尺度上为聚集分布,8.6~16.4 m 主要呈随机分布,但在 16.4~20 m 尺度上 $O(r)$ 值略高于包迹线,种群呈聚集分布;样地 3 在 0~8.8 m 尺度上基本呈聚集分

布,但 3~4.4 m 尺度上呈随机分布,在 8.8~20 m 尺度上大体呈随机分布;样地 4 在 0~9.2 m 和 16.4~20 m 空间尺度上呈聚集分布,9.2~16.4 m 尺度上 $O(r)$ 值大体在 2 条包迹线之间波动,种群呈随机分布,这与样地 2 存在相似之处;样地 5 有别于其它样地,在 0~20 m 的整个测量尺度上均呈聚集分布。



注:I. 样地 1;II. 样地 2;III. 样地 3;IV. 样地 4;V. 样地 5。

Note:I. polt 1;II. polt 2;III. polt 3;IV. polt 4;V. polt 5.

图 1 不同海拔样地全缘叶绿绒蒿种群的空间点格局

Fig. 1 Spatial point patterns of *M. integrifolia* populations in different plots

2.3 全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状与种群聚集分布的空间尺度的相关性

全缘叶绿绒蒿种子散播功能性状与种群聚集分布空间尺度的相关关系如图 2 所示,Pearson 相关分析表明,全缘叶绿绒蒿单果胚珠数与种群聚集分布空间尺度呈负相关,相关系数为 -0.047,表现为随着单果胚珠数

的增加,种群呈现聚集分布的空间尺度逐渐减小;与此相反,全缘叶绿绒蒿种子千粒质量、花梗长度、植株株高分别与种群聚集分布空间尺度呈正相关关系,相关系数分别为 0.775、0.698、0.780,表现为随着种子千粒质量、花梗长度和植株株高的增加,种群呈现聚集分布的空间尺度逐渐增大。

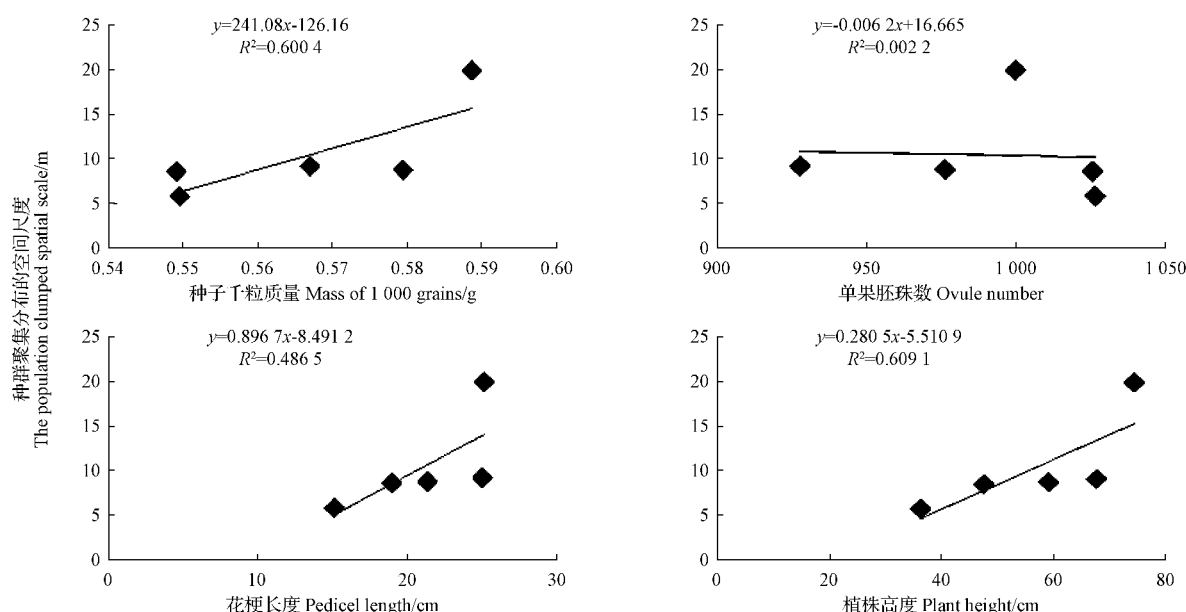


图2 全缘叶绿绒蒿种子散布功能性状与种群聚集分布空间尺度的相关性

Fig. 2 Correlation relationships between seed dispersal functional traits and space scale in aggregation distribution of population spatial distribution pattern of *M. integrifolia*

3 讨论与结论

海拔高度的变化往往造成以温度^[22]、光照^[8]为代表的因子的规律性变化,继而形成各样的植物生境条件,对植物的生长、繁育和生态习性产生影响^[23]。植物功能性状作为连接植物与环境的纽带,反映了植物对物理和生物环境变化的响应以及在不同功能之间的权衡^[10-12,24-26]。该研究中,高海拔不断增强的紫外线抑制植株的伸长生长,使得植株花梗长和株高随海拔增加呈现降低的趋势,这与 HILSCHER 等^[27]的研究一致。而单果胚珠数与种子千粒质量于各海拔样地间差异不显著说明高海拔严苛的环境并没有使得植株将资源投入到雌性功能部分,而可能增加了对雄性功能器官的投入,如增加对花瓣、雄蕊、花药等的投入。高海拔环境中,传粉昆虫的种类、数量均较少,且其活动能力下降、活动范围缩小,植株增加对雄性功能器官的资源投入可以提高花展示、增加对传粉者的吸引,以保障正常授粉,完成花粉的输入与输出,这是植物自身繁殖策略与环境间的适应性表现。

植物种群空间分布格局是植物自身生物学特性(功能性状)与环境因素共同作用的结果^[10]。该研究表明,不同海拔全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局存在差异,表现为海拔越低,种群呈现聚集分布的空间尺度越大,聚集强度越强;反之海拔越高,种群呈现聚集分布的空间尺度越小,聚集强度越弱,这与张文辉等^[28]、李晓景等^[29]的研究结果一致。通常认为植物本身繁殖体散布的有限性、环境因子的异质性是植物种群形成聚集分布的重要原因^[30],对种子散布功能性状与种群聚集分布空

间尺度的相关性分析发现,花梗长、株高、种子千粒质量与种群聚集分布空间尺度存在正相关关系。依据种子扩散距离与植株高度及冠幅大小的乘积呈正相关^[31]的理论,植株越高种子扩散距离越远,种子散播的范围就会越大。考虑全缘叶绿绒蒿自身特性(花梗长度与茎长度共同构成植株高度),花梗长度越长植株高度就越高,种子的散布距离就会越远,继而使得种群在更大的空间尺度上呈现聚集分布。种子千粒质量在各样地间的差异并不显著($P>0.05$),但其与种群聚集分布空间尺度存在较大程度的正相关,相关系数为 0.775,仅次于株高,说明种子大小对种群聚集分布的空间尺度产生了较大影响,即种子越大种子扩散能力越强继而使种群聚集分布空间尺度越大,这支持了 CHU 等^[32]和 MURRAY 等^[33]关于种子大小与种子扩散能力正相关的假设。

除随海拔升高种群聚集分布的空间尺度逐渐缩小外,各样地全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局特征随空间尺度的变化基本一致,即随着空间尺度的增大呈现聚集分布-随机分布-聚集分布-随机分布的空间分布格局。但样地 1 种群在 13.8~15.4 m 的空间尺度上呈现均匀分布,样地 2、3、4、5 种群并没有表现出均匀分布,说明低海拔环境下密度制约机制表现并不明显。高海拔样地株高降低、花梗变短,使得种子散播范围缩小,而种子千粒质量、单果胚珠数(种子数量)在各样地间差异不显著,导致高海拔样地中大量植株出现于较小空间范围内,种内竞争加剧,产生了密度制约效应。而种群聚集分布与随机分布动态交替变化的现象或许能说明全缘叶绿绒蒿在不同生境下依然做出了不断向外扩散的尝

试,这可能与该种植物分布范围较广的内在机制有关。

值得注意的是,种群的空间分布格局与植株自身生物学特性(功能性状)、环境因素有着密切的联系,是二者共同作用的结果。仅从部分生物学特性(功能性状)和海拔变化带来环境变化的经验知识对全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局特征进行分析、解释还不够全面,研究地海拔变化引起的环境因子变化的量化,以及弄清不同环境因子对全缘叶绿绒蒿种群空间分布格局特征影响的强弱,对认识该种的繁殖方式和对环境的适应策略有着重要的意义。

参考文献

- [1] MCINTYRE S, LAVOREL S, LANDSBERG J, et al. Disturbance response in vegetation-towards a global perspective on e traits[J]. Journal of Vegetation Science, 1999, 10: 621-630.
- [2] 肖玉, 谢高地, 安凯, 等. 基于功能性状的生态系统服务研究框架[J]. 植物生态学报, 2012, 36(4): 353-362.
- [3] 张健, 郝占庆, 宋波, 等. 长白山阔叶红松林中红松与紫椴的空间分布格局及其关联性[J]. 应用生态学报, 2007, 18(8): 1681-1687.
- [4] 郭华, 王孝安, 肖娅萍. 秦岭太白红杉种群空间分布格局动态及分形特征研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 227-232.
- [5] 赵欣胜, 崔保山, 孙涛, 等. 不同生境条件下中国怪柳空间分布格局分析[J]. 生态科学, 2011, 30(2): 142-148.
- [6] 祁建, 马克明, 张育新. 辽东栎叶特性沿海拔梯度的变化及其环境解释[J]. 生态学报, 2007, 27(3): 930-937.
- [7] KAO W Y, CHANG K W. Altitudinal trends in photosynthetic rate and leaf characteristics of *Miscanthus* populations from central Taiwan[J]. Australian Journal of Botany, 2001, 49: 509-514.
- [8] FRIEND A D, WOODWARD F I. Evolutionary and ecophysiological responses of mountain plants to the growing season environment[J]. Advances in Ecological Research, 1990, 20: 59-124.
- [9] 彭剑峰, 勾晓华, 陈发虎, 等. 阿尼玛卿山地不同海拔青海云杉树轮生长特性及其对气候的响应[J]. 生态学报, 2007, 27(8): 3268-3276.
- [10] 罗璐, 申国珍, 谢宗强, 等. 神农架海拔梯度上 4 种典型森林的乔木叶片功能性状特征[J]. 生态学报, 2011, 31(21): 6420-6428.
- [11] 张慧文, 马剑英, 孙伟, 等. 不同海拔天山云杉叶功能性状及其与土壤因子的关系[J]. 生态学报, 2010, 30(21): 5747-5758.
- [12] 朱军涛, 李向义, 张希明, 等. 昆仑山北坡驼绒藜叶功能性状及其海拔差异性[J]. 中国沙漠, 2010, 30(6): 1325-1330.
- [13] THOMAS F, CHRISTIAN K. Altitudinal differences in flower traits and reproductive allocation[J]. Flora, 2004, 199: 70-81.
- [14] 王志峰, 罗辅燕, 唐婷, 等. 河北小五台山海拔梯度上青杨的种群结构
- 和空间分布[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2011, 32(1): 1-6.
- [15] 龙文兴. 海南岛热带云雾林群落结构及组配机制研究[D]. 北京: 中国林业科学院, 2011.
- [16] 蔡蕾, 刘兴良, 何飞, 等. 巴郎山高山及亚高山草甸花卉植物生物量海拔梯度格局[J]. 应用生态学报, 2011, 22(11): 2822-2828.
- [17] 石慧珍, 刘明霞, 许静, 等. 青藏高原高寒草甸粟米科植物种子萌发特性研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1880-1884.
- [18] 任祝三. 昆明气候条件对于绿绒蒿属幼苗生长的影响[J]. 云南植物研究, 1993, 15(1): 110-112.
- [19] WIEGAND T, MOLONEY K A. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology[J]. Oikos, 2004, 104: 209-229.
- [20] 王磊, 孙启武, 郝朝运, 等. 皖南山区南方红豆杉种群不同龄级立木的点格局分析[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 272-278.
- [21] 宋会兴, 江明艳, 陈其兵. 华西雨屏区白夹竹分株种群的点格局分析[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5): 1135-1140.
- [22] 潘红丽, 李迈和, 蔡小虎, 等. 海拔梯度上的植物生长与生理生态特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18(2): 722-730.
- [23] 周广胜, 王玉辉, 白莉萍, 等. 陆地生态系统与全球变化相互作用的研究进展[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 692-707.
- [24] 杨冬梅, 章佳佳, 周丹, 等. 木本植物茎叶功能性状及其关系随环境变化的研究进展[J]. 生态学杂志, 2012, 31(3): 702-713.
- [25] 胡启鹏, 郭志华, 孙玲玲, 等. 长白山林线树种岳桦幼树叶功能型性状随海拔梯度的变化[J]. 生态学报, 2013, 33(12): 3594-3601.
- [26] 冯秋红, 程瑞梅, 史作民, 等. 巴郎山异型柳叶片功能性状及性状间关系对海拔的响应[J]. 生态学报, 2013, 33(9): 2712-2718.
- [27] HILSCHER D, SCHMITT S, KUPFER K. Growth and leaf traits of four broad-leaved tree species along a hillside gradient[J]. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 2002, 121: 229-239.
- [28] 张文辉, 王延平, 康永祥, 等. 长白山太白红杉种群空间分布格局研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 207-212.
- [29] 李晓景, 何东进, 洪伟, 等. 天宝岩自然保护区不同海拔天然柳杉种群空间分布格局研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 422-426.
- [30] 谢宗强, 陈伟烈, 刘正宇, 等. 银杉种群的空间分布格局[J]. 植物学报, 1999, 41(1): 95-101.
- [31] 刘济明, 雷基祥. 喜树种子的天然扩散[J]. 贵州农学院学报, 1997, 16(2): 13-19.
- [32] CHU C J, WANG Y S, DU G Z, et al. On the balance between niche and neutral processes as drivers of community structure along a successional gradient: insights from alpine and sub-alpine meadow communities[J]. Annals of Botany, 2007, 100: 807-812.
- [33] MURRAY B R, BROWN A H, DICKMAN C R, et al. Geographical gradients in seed mass in relation to climate[J]. Journal of Biogeography, 2004, 31: 379-388.

Altitudinal Variation in Seed Dispersal Functional Traits of *Meconopsis integrifolia* and Its Correlation Relationships With Population Spatial Distribution Pattern

ZHANG Niwen¹, WANG Hao², WU Yun², LIU Guangli²

(1. Sichuan Aerospace Vocational College, Guanghan, Sichuan 618300; 2. College of Landscape Architecture, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130)

Abstract: In order to point the ecological adaptation strategy of *Meconopsis integrifolia* in alpine habitats, seed dispersal functional traits and population spatial distribution pattern were studied at five different altitudes plots, by using field investigation and point pattern analysis. Furthermore, pearson correlation analysis was used to test the correlations between functional traits and population spatial distribution pattern. The results showed that number of ovule per flower

十一种园林植物增湿降温效应研究

陈丽文¹, 尹娟²

(1. 信阳农林学院 学生处, 河南 信阳 464000; 2. 信阳农林学院 林学院, 河南 信阳 464000)

摘要:以白玉兰等 11 种园林植物为试材, 采用方框、SHY-150 扫描式活体面积测定仪和 LI-6400XT 便携式光合测定仪, 测定植物的蒸腾生理生态指标和主环境因子, 分析相关性的方法, 研究了 11 种园林植物蒸腾强度季节变化特征与环境湿度、温度的关系, 进一步研究城市园林植物的生理生态特性, 探讨植物对城市环境的适应性及配置合理性, 评价其对城市环境的湿度、温度的影响, 以为城市园林绿化植物的选择、养护提供科学依据。结果表明: 11 种园林植物蒸腾作用、增湿效应值和降温效应值均随季节变化呈现明显规律性。夏季的 7 月增湿效果最为显著, 10 月次之, 4 月更弱, 冬季的 1 月最弱; 3 种乔木中, 白玉兰增湿效果最好, 达 1.51%, 紫叶李最低, 为 1.35%; 6 种灌木植物中, 小叶女贞最好, 达 2.95%, 栀子较高, 达 2.24%, 迎春最低, 为 0.65%; 2 种藤本中, 爬山虎较高, 为 1.87%, 紫藤较低, 为 1.68%; 7 月降温效果最为显著, 10 月次之, 4 月更弱, 冬季的 1 月最弱; 3 种乔木中, 白玉兰降温效果最好, 达 0.55℃, 紫叶李最低, 为 0.39℃; 6 种灌木植物中, 栀子最高, 达 1.29℃, 迎春最低, 为 0.27℃; 2 种藤本中, 爬山虎较高, 为 0.75℃, 紫藤较低, 为 0.61℃。白玉兰、栀子、小叶女贞、爬山虎蒸腾作用较强, 增湿效果较为显著, 降温效果也较为显著, 可优先选作园林绿化植物, 养护方面适当多浇水。

关键词:园林植物; 绿化; 增湿; 降温; 生态效应

中图分类号:S 716.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0067-04

城市热岛效应、城市干岛效应、植被覆盖空洞、热浪、雾霾等对城市生态系统、水资源系统、公众健康等方

第一作者简介:陈丽文(1981-), 女, 河南信阳人, 硕士, 讲师, 现主要从事林业经营管理和林业技术等研究工作。E-mail: clw803@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(11371306); 河南省科技厅计划资助项目(2013-332)。

收稿日期:2016-07-28

面产生极大的负面影响, 也是近些年科研工作者关注的焦点问题^[1-3]。信阳市位于北亚热带和暖温带的分界线上, 四季分明, 多次获得“全国十佳宜居城市”殊荣^[4]。但是随着近 2 年城市发展的加快, 热岛、雾霾等也给市民生活带来影响, 城市的发展对城市生态环境的服务功能提出了更高的要求^[5]。城市绿地通过遮挡、吸收、反射太阳辐射和蒸腾作用等调节空气温度和湿度, 有效缓解热岛效应、干热风效应、雾霾天气等, 在维护城市生态平

increased along the increasing elevations, however, mass of 1 000 grains, pedicel length and plant height decreased. One-way ANOVA indicated that there were no significant differences ($P>0.05$) in the number of ovule per flower and mass of 1 000 grains among five different altitudes plots. However, differences of pedicel length and plant height among different altitudes plots were significant ($P<0.05$). There was a clumped distribution at the scale 0—5.82 m, 0—8.6 m, 0—8.8 m, 0—9.2 m and 0—20 m in plot 1(4 452 m), plot 2 (4 215 m), plot 3 (4 081 m), plot 4 (3 841 m) and plot 5 (3 681 m) respectively. It was significantly different in the space scale of spatial distribution pattern among different altitudes plots. Specifically, the population clumped spatial scale decreased along the increasing altitudes. Pearson correlation analysis indicated positive correlations between the pedicel length and the clumped spatial scale, between the plant height and the clumped spatial scale, between the mass of 1 000 grains and the clumped spatial scale. By contrast, correlation between the number of ovule per flower and the clumped spatial scale was negative. There was no significant correlation between seed dispersal functional traits and the clumped spatial scale among five different altitudes plots.

Keywords: *Meconopsis integrifolia*; seed dispersal; functional traits; population; spatial distribution pattern