

文章编号:1001-7380(2018)04-0017-04

江苏溧阳山区银缕梅种群结构、分布格局与更新

李莉,张光富^{2*},王美达²,王坚强¹,朱俊洪¹

(1. 江苏省溧阳市林业工作站,江苏 溧阳 213300; 2. 南京师范大学生命科学学院,
江苏省生物多样性与生物技术重点实验室,江苏 南京 210023)

摘要:银缕梅为国家Ⅰ级珍稀濒危树种。以新近发现的江苏溧阳山区银缕梅种群为研究对象,采用时空互代法、方差/均值比的 t 检验法和Magini更新指数法分析银缕梅的种群结构、分布格局和更新特点。结果表明:该区银缕梅种群结构呈倒J形,属增长型;总体上,种群分布格局呈现明显的集群分布,但随着高度级的增加,其集群强度逐渐减弱。银缕梅更新方式有4种,即实生苗(23.26%)、残桩萌枝(54.26%)、根蘖萌枝(14.73%)和机会萌枝(7.75%),这表明萌枝对种群更新发挥了重要作用。因此,建议通过建立自然保护区对该区分布的银缕梅种群进行就地保护,同时辅以一定的人工管护措施以促进种群更新。

关键词:银缕梅;种群结构;空间格局;萌枝;更新;溧阳市

中图分类号:Q949.751.4;S718.54⁺2

文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2018.04.004

Structure, spatial pattern and regeneration of *Parrotia subaequalis* population in Liyang mountainous area of Jiangsu Province

Li Li¹, Zhang Guangfu^{2*}, Wang Meida², Wang Jianqiang¹, Zhu Junhong¹

(1. Forestry Station of Liyang of Jiangsu Province, Liyang 213300, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Biodiversity and Biotechnology, School of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: *Parrotia subaequalis*, a rare and endangered species, is ranked as the first class on the List of the Important Wild Plants for Conservation in China (first passel). In this paper, the structure, spatial pattern and regeneration of *P. subaequalis* population recently discovered in Liyang, Jiangsu Province were analyzed by applying the method of spatial sere substituting for time sere, t -test of variance/mean value ratio and Magini index. The results showed that the population presented an inverted-J pattern in height classes, indicating an increasing type in terms of population structure. This species showed aggregation distribution, but its aggregation intensity decreased with the time going from seedlings to trees. The species had four categories of regeneration modes, including seedlings (23.26%), crown sprouts (54.26%), root suckers (14.73%) and opportunistic sprouts (7.75%), suggesting that sprouting plays a key role in population regeneration of *P. subaequalis*. Therefore, it is recommended carrying out in situ conservation by establishing nature mini-reserve in this area, in tandem with certain artificial management measures to promote its population regeneration.

Key words: *Parrotia subaequalis*; Population structure; Spatial pattern; Sprouting; Regeneration; Liyang City

银缕梅(*Parrotia subaequalis*)是我国特有的珍稀濒危孑遗植物^[1]。银缕梅树干挺直,木质细密、坚硬、比重大,是优良的用材树种;植株枝叶繁茂,树形、树冠优美,秋季叶呈紫红色,也是优良的城镇绿化树种^[2]。此外,银缕梅起源古老,对探讨金缕梅科系统演化研究具有重要的意义。早在1999年

国务院颁布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》中,银缕梅就被列为国家Ⅰ级濒危保护植物^[3]。在2004年《中国植物红色名录》中,该种被列为濒危种(Endangered species, EN)。在2017年出版的《江苏重点保护野生植物资源》中,该种被列

收稿日期:2018-02-09;修回日期:2018-06-07

基金项目:江苏省林业三新工程项目“野生珍稀树种香果树的生境保护、繁育及野外回归”(LYSX[2016]54);南京师范大学本科实践创新训练计划项目

作者简介:李莉(1985-),女,江苏溧阳人,工程师,硕士。主要从事林业生态学研究。

*通信作者:张光富(1970-),男,安徽芜湖人,副教授,博士。主要从事植物生态学研究。E-mail:zhangguangfu@njnu.edu.cn。

为极危种(Critically endangered, CR)^[4]。

根据 Flora of China 记载:银缕梅仅分布于我国江苏、浙江和安徽的局部山地^[5]。近年来,有文献报道该种也见于河南商城县山区^[6]。根据新版的《江苏植物志》记载^[7],该种“产于宜兴,生于山坡林中”。根据最近 2 a 在江苏南部山区开展的野生林木种质资源调查,在溧阳山区发现 2 处银缕梅野生种群的自然分布。尽管银缕梅种群的结构与分布格局已有不少报道,但是由于该种发现历史较短,野外分布地点分散,人为影响剧烈,不同地点的银缕梅种群结构存在一定的差异,因此这方面研究亟需加强。基于此,本文通过野外实地调查,根据银缕梅的生物学特征划分不同龄级(大小级),并采用相邻格子样方法分析其空间分布格局,目的在于解决以下问题:(1)溧阳山区的银缕梅种群的年龄结构与分布格局有何特征?(2)不同大小等级的银缕梅种群的空间格局动态如何变化?其空间格局形成的主要原因是什么?(3)该区的银缕梅种群的更新方式有哪些?主要更新方式是什么?

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究地点位于江苏省溧阳市戴埠镇的南山竹海。境内最高峰为石门尖,海拔 508 m。该地区属于北亚热带季风气候,四季分明,日照充足,雨量充沛。年平均气温 15.6℃,1 月温度最低,平均为 3.2℃;7 月温度最高,平均为 31.1℃。极端最高气温 39.2℃,极端最低气温-14.7℃。全年无霜期 232 d 左右。年均降雨量 1 586.7 mm。土壤类型主要为黄棕壤^[8]。

新近发现的 2 处银缕梅种群均位于常州市溧阳南山竹海的锅底山(如图 1)。其地理位置分别为:31°09.43'N, 119°30.607'E,海拔为 493 m;31°09.43'N, 119°30.717'E,海拔为 524 m。由于新近发现的 2 处银缕梅种群相距较近,群落生境及种类组成均较为相似。并且,这 2 个银缕梅的种群规模均较小。因此,这里将其合并为 1 个种群进行分析。2 者的森林植被类型主要为落叶阔叶林。森林群落中乔木层的主要优势种为黄檀(*Dalbergia hupeana*)、苦槠木(*Fraxinus insularis*)、山槐(*Albizia kalkora*)、狭叶山胡椒(*Lindera angustifolia*)和毛竹(*Phyllostachys edulis*)等。灌木层主要有牛鼻栓(*Fortunearia sinensis*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、海州

常山(*Clerodendrum trichotomum*)、野山楂(*Crataegus cuneata*)和银缕梅等;草本层植物主要有海金沙(*Lygodium japonicum*)、茶(*Camellia sinensis*)、紫藤(*Wisteria sinensis*)、络石(*Trachelospermum jasminoides*)、阔鳞鳞毛蕨(*Dryopteris championii*)等种类。

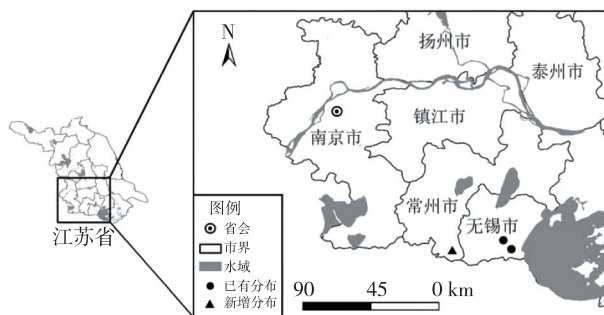


图 1 银缕梅种群在江苏的地理分布示意图

1.2 种群调查方法

1.2.1 样方调查方法 在野外踏查的基础上,选择溧阳锅底山分布的 2 处银缕梅群落进行调查。2 地海拔均在 500 m 左右,均位于靠近山顶的向阳山坡,地势较为平缓。在 2 个研究地点共计调查银缕梅群落的样地 625 m²,将其划分为 25 个 5 m×5 m 的小样方,调查并记录每个小样方内的银缕梅种群的株数、胸径(DBH)、高度和萌枝更新情况。为了更好地反映种群数量现状,数据分析时将银缕梅无性系分株(ramet)作为独立植株^[9-10]。

1.2.2 大小级划分方法 野外调查时发现,该区的银缕梅种群遭到严重的人为偷采盗挖,成年植株缺乏。因此,以银缕梅大小级结构代替年龄分析^[2],高度大小级划分标准为:I 级 $H < 30$; II 级 $30 \text{ cm} \leq H < 60 \text{ cm}$; III 级 $60 \text{ cm} \leq H < 90 \text{ cm}$; IV 级 $H \geq 90 \text{ cm}$ 。

1.2.3 种群分布格局测定 种群分布格局的数学模型很多,本文采用常用的方差/均值比的 t 检验法进行判定。扩散指数 $C = s^2/\bar{x}$,其统计学基础是在泊松分布中方差与均值相等。均匀分布时抽样单位中出现个体数大多接近于均值,故方差小于均值;集群分布时抽样单位中出现个体数大多大于或小于均值,方差大于均值。采用 t 检验法来确定 s^2/\bar{x} 的实测值与 1 差异的显著性。 t 值通过公式: $t = (s^2/\bar{x} - 1) / \sqrt{2/(n-1)}$ 计算,然后与 $t_{0.05/(n-1)}$ 比较确定其差异显著性^[2]。在判定分布格局时,同时结合扩散型指数 C (即 Morisita 格局指数)、丛生指数(I)、负二项参数(K)、Cassie 指数(C_A)和聚块性指数(I_{PA})分析聚集强度^[11]。

1.2.4 萌枝率及更新指数计算 计算银缕梅种群的萌枝率(萌枝数量/母株总数)。将萌枝率分解为 2 个指标,即有萌个体率(有萌枝的母株数/母株总数)和有萌个体萌枝数(萌枝数/有萌枝的母株数)^[12]。参照 Devaney 等和 Vessella 等的方法^[13-14],银缕梅的 Magini 更新指数(RI)为样地中每平方米的银缕梅幼苗($H \leq 1.5\text{ m}$)数目(N)与其平均高度(AH)的乘积^[15],即 $RI = N \times AH$ 。

2 结果与分析

2.1 银缕梅种群数量与大小级结构

根据野外调查和统计,江苏溧阳山区溧阳银缕梅种群有 129 株(见表 1)。其中,萌生植株有 99 株,占总株数的 76.74%;实生植株仅 30 株,占总株数的 23.26%。前者植株数量是后者的 3 倍多,可见该区银缕梅的萌生现象较为明显。

表 1 溧阳银缕梅种群数量与高度级结构			
高度级/cm	萌生植株/株	实生植株/株	合计(%)
$H < 30$	63	10	73(56.59)
$30 \leq H < 60$	28	9	37(28.68)
$60 \leq H < 90$	6	9	15(11.63)
$H \geq 90$	2	2	4(3.10)
合计	99	30	129(100.00)

在银缕梅的实生植株中,最大株的胸径为 7.0 cm,但是由于上部被砍伐,高度仅为 2 m,其余植株的胸径一般在 0—2 cm 之间。从高度看,该区银缕梅植物以 I 级和 II 级为主,合计有 110 株,占总株数的 85.27%。因此,不论根据胸径还是树高,总体上该区银缕梅种群的植株个体偏小。

从图 2 可以看出,随着高度级的增大,银缕梅不同高度级的比例逐渐降低,呈现倒 J 型。从图 2 还可看出,银缕梅各高度级均有不同程度的萌生植

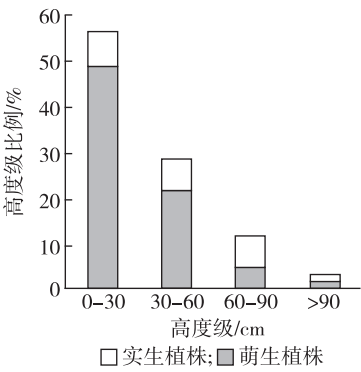


图 2 溧阳银缕梅种群的高度级结构

株,但该种群的株高总体偏小。这可能与人为砍伐严重,且样地中不少幼苗生长于近山脊岩石处有关。

2.2 银缕梅种群分布格局

采用方差(s^2)与均值(\bar{x})比的 t 检验法对溧阳银缕梅种群进行分布格局判定,结果(见表 2)表明,扩散指数 $C = s^2/\bar{x}$ 值明显大于 1,这说明抽样单位中出现的个体数明显偏离均值,因此银缕梅种群为明显的集群分布。此外,丛生指数(I)、Cassie 指数(C_A)均大于 0,且负二项指数(K)值较小,聚块指数(I_{PA})大于 1,这进一步说明银缕梅种群为聚集分布。

2.3 银缕梅种群分布格局动态

种群的空间分布格局是植物个体在水平方向上的分布样式。从表 2 可以看出,溧阳银缕梅种群不同高度级的分布格局均表现为聚集分布,但随着高度级的增加,其扩散指数(C)逐渐减小,这表明随着龄级增大,其种群的聚集强度逐渐变小。

溧阳山区银缕梅种群呈现集群分布,其原因在于:首先,在调查地点,由于人为砍伐形成大量残桩,银缕梅通过萌枝更新形成幼苗,所以成聚集分布状态。其次,银缕梅果实为蒴果,成熟后的种子在重力作用下通常散落于母株周围。此外,样地中分布大石块,即便地形、土壤等环境因子完全相同,也易导致银缕梅样地的生境异质性较高。

表 2 溧阳银缕梅种群空间分布格局及格局动态

高度级/cm	C	t 检验	分布型	I	K	C_A	I_{PA}
$H < 30$	8.64	27.03	聚集分布	7.65	0.37	2.7	3.75
$30 \leq H < 60$	3.69	9.5	聚集分布	2.69	0.53	1.89	2.89
$60 \leq H < 90$	2.15	4.06	聚集分布	1.15	0.51	1.96	2.98
$H \geq 90$	1.36	1.27	聚集分布	0.36	0.39	2.55	3.57
总体	10.37	33.11	聚集分布	9.37	0.53	1.89	2.89

C :扩散指数; I :丛生指数; K :负二项指数; C_A :Cassie 指数; I_{PA} :聚块指数。

2.4 银缕梅种群更新

根据野外调查和统计(见表3),银缕梅种群的更新方式有4种,即种子更新(实生苗)、残桩萌枝更新、根蘖萌枝更新与机会萌枝更新。其中,种子更新的比例为23.26%,萌生更新的比例占到76.74%。在银缕梅的萌枝更新方式中,残桩萌枝所占的比例最高,占54.26%,其次是根萌枝,占14.73%,最少的是机会萌枝,仅占7.75%。可见,溧阳山区的银缕梅现有种群主要以萌生方式进行更新。

表 3 溧阳银缕梅种群的更新方式

更新方式	株数	百分比/%
种子更新	30	23.26
残桩萌枝	70	54.26
根蘖萌枝	19	14.73
机会萌枝	10	7.75

溧阳山区银缕梅种群的萌枝率为3.32%,有萌个体率为0.57%,有萌个体萌枝数为5.82。这些指标均分别高于溧阳山区分布的5个不同斑块香果树种群中最大的萌枝参数。这表明与香果树种群相比^[11],溧阳山区分布的银缕梅的萌枝能力更强。但是,由于当前溧阳山区分布的银缕梅种群遭受一定的人为砍伐,本文研究结果只能反映当前种群的现状特征。关于银缕梅自然种群的更新方式,尚有待于进一步研究。

3 讨论与结论

3.1 溧阳山区银缕梅种群特征

银缕梅为我国亚热带山区的特有树种^[9]。《江苏植物志》(第二卷)记载,江苏境内银缕梅仅见于宜兴^[7]。根据最近2a的野外调查,发现银缕梅野生种群也见于江苏的溧阳山区(如图1)。研究结果表明,这一种群尽管数量较少,植株偏小,但其种群结构属于增长型,并且萌枝在种群更新中占很大比例。因此,本文首次报道了江苏境内的第2处自然分布的银缕梅种群,对今后探讨银缕梅种群的数量动态、遗传多样性、系统演化及生物多样性保护均具有较为重要的意义。

溧阳山区的银缕梅种群呈现明显的集群分布,并且随着龄级的增加集群强度逐渐减弱,这与宜兴

大龙西芥的银缕梅种群呈现出相似的特征^[9]。究其原因,可能主要与样地中银缕梅植株萌枝更新明显、样地中生境异质性程度较高以及成年植株的种子因重力作用通常散布在母株周围有关。

3.2 溧阳山区银缕梅种群保护

现有的物种保护实践表明,就地保护是保护珍稀濒危植物的最主要方式^[16]。因为它不仅可以有效保护目的植物的种群,而且有助于保护其种群所赖以生存的群落与生态系统。鉴于银缕梅为国家Ⅰ级珍稀濒危树种,在我国分布范围较为局限,种群数量不多,目前仍处于易危种(Vulnerable species, VU),建议对新发现的溧阳锅底山银缕梅自然分布区域设立自然保护小区,以便对银缕梅种群就地保护。

此外,尽管已有的研究表明,银缕梅种群具有一定的萌枝特性^[1]。但调查样地中偏高的萌枝率很可能与明显的人为干扰有关,这很可能促进了该区银缕梅的萌枝更新。通常认为无性繁殖可以迅速增加基株大小,减少对外界干扰的影响^[17]。最近研究也证实,对特有珍稀濒危植物香果树进行砍伐处理促进了其萌枝能力^[18]。因此,尽管当前银缕梅的种群数量有100株余,但是一半以上的个体主要为萌生植株,而且个体总体偏小,它们对环境资源及生长空间的需求较小。不难推测,随着银缕梅的不断生长,这些个体对水分、土壤等环境的需求将不断加大,这势必导致激烈的种内与种间竞争,不利于银缕梅种群的自然更新。这在其他地点的银缕梅种群研究中已经得到印证,如在安徽万佛山的银缕梅种群,不论是在山坡还是沟谷,均面临着较为激烈的种内与种间竞争^[19]。为此,建议在建立自然保护小区的同时,应该根据银缕梅的种群结构与分布格局的特点,同时辅以一定的人工管护措施,以促进其种群更新。

致谢 感谢南京师范大学姚锐、彭仙丽、李倩等研究生对野外工作的大力协助!

参考文献:

[1] 任 洁,张光富,胡瑞坤,等.浙江龙王山银缕梅种群结构和分布格局研究[J].植物研究,2012,32(5):554-560.
[2] 龚 滨,夏洋洁,张光富,等.中国特有珍稀濒危树种银缕梅种群结构和空间格局[J].生态与农村环境学报,2012,28(6):638-646.

关键。山核桃病斑的复发是分生孢子扩散的基础,新病斑发生表明病害的蔓延。本研究采用病斑复发率和新病斑发生率作为农药药效的评价指标,可以更加直观地掌握农药使用对控制病害扩散蔓延的效果。利用施药前后病斑复发率的降低和新病斑发生率的减少评价农药防治效果,已在苹果树腐烂病、苹果轮纹病、杨树烂皮病等病情指数上得到应用^[9-11]。

本研究测定了凿破病斑喷药对 30% 苯醚甲环唑·丙环唑乳油和 50% 啶啉铜可湿性粉剂的增效作用,发现通过凿破病斑后喷药,可以显著提高药剂的防治效果,在药剂防治的第 2 年,可以有效控制病害的发生。凿破病斑的措施可以有效地破坏山核桃干腐病病原菌的适生环境,加快农药在病斑的渗透,从而有效抑制病原菌菌丝的生长及分生孢子的形成。本研究认为,凿破病斑能显著提高农药的防治效果,第 2 年病斑复发和新病斑均无发生。但采用小尖斧进行凿破病斑,操作难度较大,所以使用何种新便利的工具凿破病斑尚需进一步摸索。

参考文献:

[1] 张璐璐,贾桂民,叶建丰,等. 浙江临安山核桃干腐病发生发

展规律[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(1):148-152.

- [2] ZHANG C Q, XU B C. First report of canker on Chinese hickory (*Carya cathayensis*) caused by *Botryosphaeria dothidea* in China [J]. Plant Disease, 2011, 95(10): 13-19.
- [3] 王 璇,马良进,吕 全,等.山核桃干腐病病原菌的鉴定[J]. 浙江农林大学学报,2014,31(2):238-245.
- [4] 王丽臻,陈继红,楼君芳,等. 山核桃干腐病防治试验[J]. 浙江林业科技,2008,28(4):51-53.
- [5] 张传清,徐志宏,孙品雷,等. 基于侵染特性的山核桃干腐病防治技术[J]. 中国森林病虫,2011,30(3):43-46.
- [6] 张传清,章祖平,孙品雷,等. 山核桃干腐病菌对 7 种杀菌剂的敏感性比较及其对苯醚甲环唑敏感基线的建立[J]. 农药学报,2011,13(1):84-86.
- [7] DAI D J, WANG H D, WANG Y P, et al. Management of Chinese hickory (*Carya cathayensis*) trunk canker through effective fungicide application programs and baseline sensitivity of *Botryosphaeria dothidea* to trifloxystrobin [J]. Australasian Plant Pathology, 2017, 46(1):75-82.
- [8] 杨淑贞,丁立忠,楼君芳,等. 山核桃干腐病发生发展规律及防治技术[J]. 浙江林学院学报,2009,26(2):228-232.
- [9] 陈晓洁,李方方,白旭亮,等. 3 种新药剂对河北省苹果轮纹病病原菌的抑制效果[J]. 西部林业科学,2015,44(4):53-57.
- [10] 张爱娟,王 阳,黄菁华. 三种药剂对苹果树腐烂病的防治研究[J]. 陕西农业科学,2015,61(10):52-54.
- [11] 高国平,张中一,杨 晨,等. 5 种速生杨树烂皮病秋季发生期及症状研究[J]. 辽宁林业科技,2013(4):4-8.

(上接第 20 页)

- [3] 于永福.中国野生植物保护工作的里程碑——《国家重点保护野生植物名录》(第一批)出台[J].植物杂志,1999(4):3-11.
- [4] 徐惠强.江苏重点保护野生植物资源[M].南京:南京师范大学出版社,2017:1-150.
- [5] ZHANG Z Y, ZHANG D, ENDRESS P K. Hamamelidaceae (Flora of China Vol. 9.) [M]. Beijing: Science Press, 2003: 27-28.
- [6] 王齐瑞,樊 巍,河南.金缕梅科一新纪录属、种[J].浙江农业科学,2017,58(12):2205,2209.
- [7] 刘启新.江苏植物志(第 2 卷)[M].南京:江苏科学技术出版社,2013:1-128.
- [8] 王坚强,张光富,朱俊洪,等.濒危植物香果树在江苏的分布及其调查初报[J].江苏林业科技,2016,43(1):25-28.
- [9] LI W, ZHANG G F. Population structure and spatial pattern of the endemic and endangered subtropical tree *Parrotia subaequalis* (Hamamelidaceae) [J]. Flora, 2015, 212: 10-18.
- [10] BUSBY, P E, VITOUSEK P, DIRZO R. Prevalence of tree regeneration by sprouting and seeding along a rainfall gradient in Hawai'i [J]. Biotropica, 2010, 42(1): 80-86.
- [11] 高邦权,张光富.南京老山国家森林公园朴树种群结构与分布格局研究[J].广西植物,2005,25(5):406-412.
- [12] 彭仙丽,任小杰,张光富,等.苏南山区不同斑块中香果树种群

的结构与更新[J].生态杂志,2017,36(10):2716-2724.

- [13] DEVANEY J L, JANSEN M A K, WHELAN P M. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.): Negative neighbourhood effects [J]. Forest Ecology & Management, 2014, 321(6): 52-60.
- [14] VESSELLA F, SALIS A, SCIRÈ M, et al. Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra (Italy) [J]. Dendrobiology, 2015, 73(5): 75-90.
- [15] NANAMI S, KAWAGUCHI H, TATENO R, et al. Sprouting traits and population structure of co-occurring *Castanopsis* species in an evergreen broad-leaved forest in southern China [J]. Ecological Research, 2010, 19(3): 341-348.
- [16] PRIMACK R B,马克平,蒋志刚.保护生物学[M].北京:科学出版社,2014:161-200.
- [17] 李 玲,张光富,王 锐,等.天目山自然保护区银杏天然种群生命表[J].生态杂志,2011,30(1):53-58.
- [18] GUO L J, SHAO X H, XUE P P, et al. Root sprouting ability and growth dynamics of the root suckers of *Emmenopterys henryi*, a rare and endangered plant endemic to China [J]. Forest Ecology & Management, 2017, 389: 35-45.
- [19] 张光富,姚 锐,蒋悦茜,等.安徽万佛山不同生境下银缕梅的种内与种间竞争强度[J].生态杂志,2016,35(7):1744-1750.