

鱼藤在红树林中的扩散规律初探

生农^{1,2}, 辛琨^{2*}, 张春霞³, 华国栋³

(1. 海南师范大学 生命科学学院, 教育部热带岛屿生态学重点实验室, 海南 海口 571158;

2. 中国林业科学研究院 热带林业研究所, 广东 广州 510520;

3. 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要:为了解鱼藤(*Derris trifoliata* Lour.)在红树林中的扩散规律,选择位于海南省和广东省的3个红树林分布区为研究区域,研究鱼藤在红树林中的扩散速率以及攀爬物和群落类型对鱼藤扩散速率的影响。首先利用Google Earth得到2015—2019年研究区域的遥感影像,结合实地调查结果,确定不同年份鱼藤分布面积,并计算扩散速率;通过实地调查得到鱼藤生境的红树林群落类型,并在实验室开展攀爬物对鱼藤生长速率影响的对比实验。结果表明:鱼藤的扩散速率(分布面积变化率)与鱼藤扩散的初始面积呈极显著负相关,与初始周长面积比呈极显著正相关;攀爬物的支撑使鱼藤地径和株高有显著增加;不同红树林群落类型中鱼藤分布面积占比不同,其排序为桐花树(*Aegiceras corniculatum*)>无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)>海莲(*Bruguiera sexangula*)>秋茄(*Kandelia obovata*)>白骨壤(*Avicennia marina*)>木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)>海漆(*Excoecaria agallocha*)>红海榄(*Rhizophora stylosa*)。

关键词:鱼藤;红树林;扩散速率;生长速率;群落类型偏好

中图分类号:Q949.751.9

文献标志码:A

文章编号:1674-4942(2021)02-0148-06

Dispersal Pattern of *Derris trifoliata* in Mangroves

SHENG Nong^{1,2}, XIN Kun^{2*}, ZHANG Chunxia³, HUA Guodong³

(1. Ministry of Education Key Laboratory for Ecology of Tropical Islands, College of Life Sciences,

Hainan Normal University, Haikou 571158, China;

2. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China;

3. Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510520, China)

Abstract:In order to explore the dispersal mechanism of *Derris trifoliata* in mangroves, 3 mangrove distribution areas in Hainan and Guangdong Province were selected as the research area to study the dispersal rate and the impacts of climbing objects and community types on the dispersal rate of *D. trifoliata*. Firstly, the images of the study area from 2015 to 2019 were obtained by using Google Earth, then the distribution characteristics of *D. trifoliata* in different years were determined and the dispersal rate was calculated combined with the results of field surveys. The types of mangrove communities in the habitat of *D. trifoliata* were identified according to the field survey, and the experiment of the climbing objects on the growth rate of *D. trifoliata* was carried out in the greenhouse. The results showed that the dispersal rate (change rate of distribution area) of the *D. trifoliata* had a very significant negative correlation with the initial area of *D. trifoliata* and a very significant positive correlation with the initial perimeter area ratio. Climbing objects have a significant impact on the ground diameter and height of the *D. trifoliata*. The order of the percentage of *D. trifoliata* area in the investigated mangrove communities fol-

收稿日期:2021-02-20

基金项目:广东省重点领域研发计划资助项目(2020B020214001-04);海南师范大学研究生创新科研课题(Hsyx2018-38)

第一作者:生农(1994—),云南丽江人,硕士研究生,主要研究方向为湿地生态学。E-mail:shengnongduzhi@163.com

*通信作者:辛琨(1974—),吉林白山人,教授,主要研究方向为湿地生态学。E-mail:xinkun@caf.ac.cn

lows as: *Aegiceras corniculatum* > *Sonneratia apetala* > *Bruguiera sexangula* > *Kandelia obovate* > *Avicennia marina* > *Bruguiera gymnorhiza* > *Excoecaria agallocha* > *Rhizophora stylosa*.

Keywords: *Derris trifoliata* Lour.; mangrove; dispersal rate; growth rate; community type preference

红树林是以木本植物为主的一种热带、亚热带特殊植被类型^[1-2],分布在陆地和海洋生态系统交错过渡的海岸潮间带。红树林湿地生态系统结构复杂,物种多样,生产力高,具有维持海岸带生物多样性、防风固岸等重要生态功能,因此红树林湿地生态系统保护及相关研究逐渐受到关注^[2-3]。

鱼藤(*Derris trifoliata* Lour.)是豆科鱼藤属多年生攀援状灌木,生长快,繁殖方式多为种子繁殖,种子发芽率可以达到95%以上^[4]。鱼藤生境与部分红树植物重叠,在我国被归为红树林的伴生种,在许多国家被列入红树植物。近几年,我国多数红树林分布区内鱼藤快速蔓延和扩散,常常集中连片分布,不断向红树林内扩张,大面积缠绕、覆盖红树植物致其死亡,红树林生态系统正面临严重的威胁^[1,5]。鉴于此,本研究拟探讨鱼藤在红树林中的分布和扩散特征,以期为红树林生态系统保护提供参考。

1 研究区域概况

海南东寨港国家级自然保护区(19°51'N—20°01'N, 110°32'E—110°37'E)位于海南省东北部,是我国第一个以红树林为主要保护对象的国家级自然保护区,总面积为3 337.6 hm²,红树林面积为1 576.24 hm²^[6],气候类型为热带季风性气候,年平均气温为23.3~23.8℃,极端最高气温为38.9℃,极端最低气温为2.6℃,年平均降水量为1 676.4 mm^[7]。

寿长河红树林湿地公园位于广东省阳江市阳东区东南部(21°47'N—21°52'N, 112°11'E—112°13'E),即新洲镇、东平镇和大沟镇三镇交界处,总面积为423.91 hm²,湿地面积为415.47 hm²,其中红树林面积为140.45 hm²,湿地率为98.01%,湿地类型多样。

安铺港位于广东省雷州半岛(21°20'N—21°30'N, 109°46'E—109°56'E),分属于湛江市廉江、遂溪两县,湾口朝西,口宽12.5 km,纵深12.6 km;红树林面积为1 133 hm²;纳水河流有九洲江、杨相河、营仔河等,其中九洲江最大;属于热带海洋性季风气候,年平均气温为22.6℃,年平均降雨量为1 754 mm^[8-9]。

以上3个区域鱼藤分布面积较大,已经对区域内的红树林造成严重危害,引起了地方管理部门的高度关注。

2 研究方法

2.1 鱼藤种群扩散速率分析

通过野外调查得知,鱼藤在红树林中的扩散主要有沿潮沟带状扩散和斑块状扩散两种方式。选取东寨港红树林保护区的三江区域为沿潮沟带状扩散模式的研究样地,选取湛江九洲江区域为斑块状扩散模式的研究样地。

利用谷歌历史影像获取2015—2019年典型带状和斑块状扩散的鱼藤面积和周长^[10-11],对比鱼藤面积变化得到鱼藤扩散速率,根据各年的周长面积比,分析鱼藤面积变化率和鱼藤分布初始面积和周长面积之间的相关性。

2.2 鱼藤生长速率分析

在海南东寨港红树林保护区采集200颗鱼藤种子,置于温室(27℃)开展支撑物影响实验。选用盐度为10‰、pH为7.0~7.5的人工海水灌溉,土壤为红树林淤泥和砂土1:1混合。随机选择60株萌发幼苗测定其株高和地茎,其中30株旁边插入竹竿辅助攀爬,竹竿直径为1 cm左右,倾斜于墙壁。一年后(2019年9月—2020年9月)对30株有攀爬物支撑和30株没有攀爬物支撑的鱼藤进行测定,用游标卡尺测量地径,用直尺测量株高,对比分析有攀爬物支撑和无攀爬物支撑的鱼藤生长速率。

2.3 鱼藤分布与红树植物群落类型的关系分析

基于遥感影像判读结果,结合野外实地调查,对所有研究区域鱼藤分布区红树植物群落类型进行调查

和统计,得到鱼藤在不同红树植物群落的分布面积占比,分析鱼藤扩散偏好的红树植物群落类型。

3 结果与分析

3.1 扩散速率

3.1.1 鱼藤在红树林内沿潮沟扩散速率

海南东寨港国家级自然保护区三江区域2016—2019年鱼藤沿潮沟扩散速率分析结果见图1和图2。沿潮沟扩散鱼藤分布面积逐年增加,但是面积变化率却逐年减小,说明鱼藤的扩散速率逐年降低。沿潮沟扩散鱼藤分布面积每年平均增长26.98%,周长每年平均增长13.90%,随着时间推移增长速率逐渐下降。

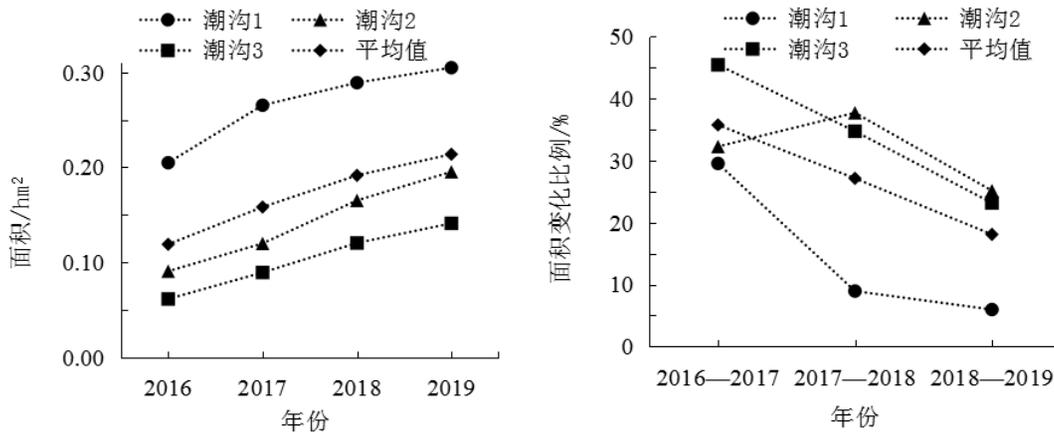


图1 2016—2019年海南东寨港三江区域鱼藤沿潮沟扩散速率
Figure 1 Ratio of *Derris trifoliata* spreading along the tidal channel in Sanjiang of Hainan Dongzhaigang during 2016—2019

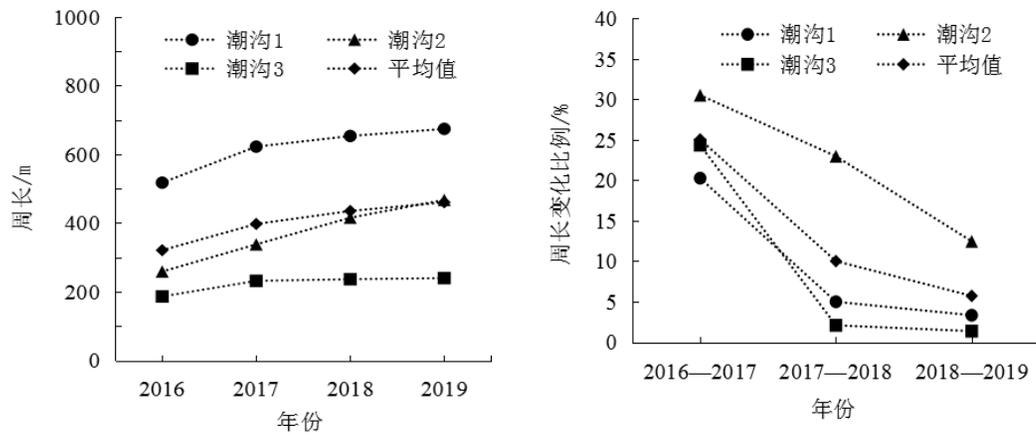


图2 2016—2019年海南东寨港三江区域沿潮沟扩散鱼藤的周长变化
Figure 2 Perimeter change ratio of *Derris trifoliata* spreading along the tidal channel in Sanjiang of Hainan Dongzhaigang in different years

3.1.2 鱼藤在红树林内以斑块扩散速率

安铺港九州江区域鱼藤各年分布变化分析结果见图3和图4。2014—2019年,鱼藤以斑块扩散面积每年平均增长33.46%,周长每年平均增长19.64%,且随着时间推移增长速率逐渐下降。

3.1.3 鱼藤分布现状与其扩散速率的相关性

利用SPSS进行鱼藤分布现状与其扩散速率的相关性分析,结果如表1所示。鱼藤扩散速率与扩散初始年份的分布面积显著负相关($P < 0.01$),与扩散初始年份的斑块周长面积比极显著正相关($P < 0.01$)。

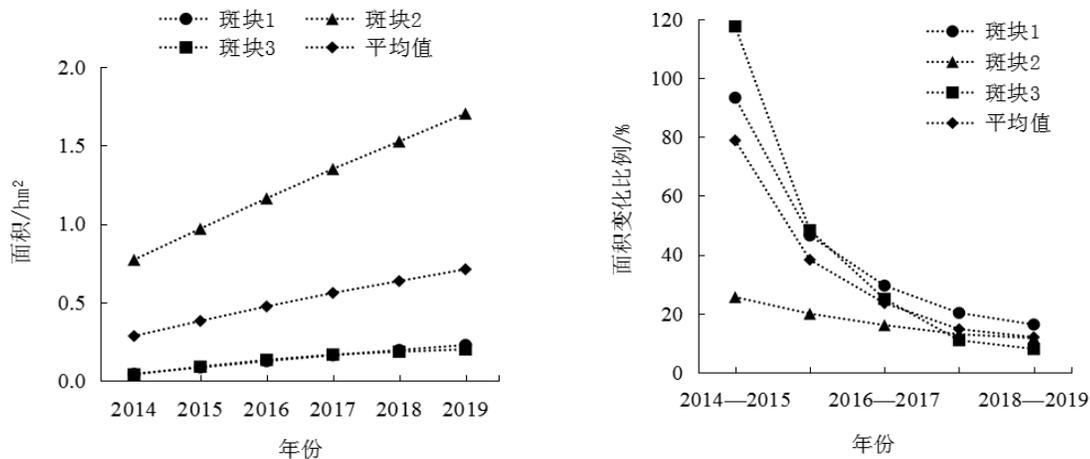


图3 九洲江区域不同年份以斑块扩散的鱼藤分布面积及其变化比例

Figure 3 Distribution area and area change ratio of *Derris trifoliata* spreading by patches in Jiuzhou River in different years

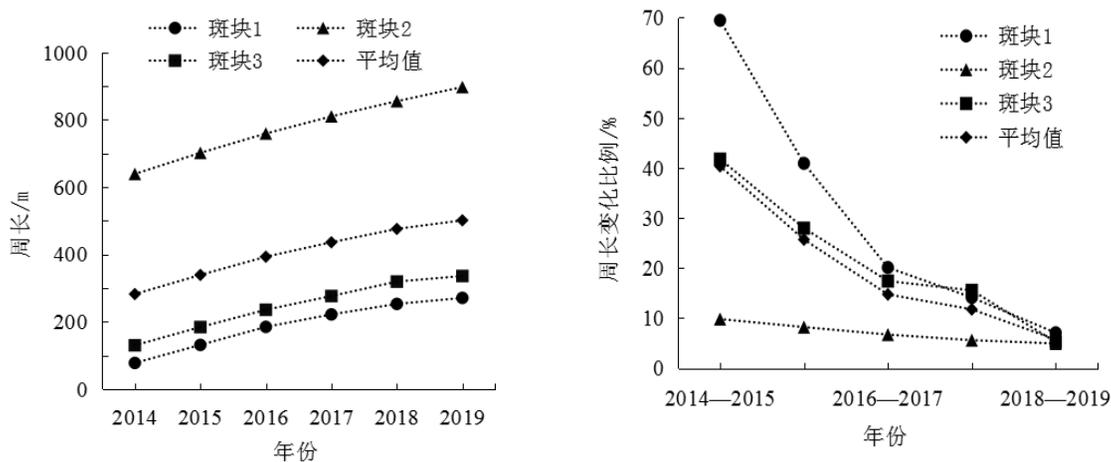


图4 九洲江区域不同年份以斑块扩散鱼藤的分布周长及其变化比例

Figure 4 Distribution perimeter and area change ratio of *Derris trifoliata* spreading by patches in Jiuzhou River in different years

3.2 攀爬物对鱼藤生长速度的影响

根据实验室测定结果分析一年后鱼藤株高和地径的平均增量,结果见表2。经过一年的生长,无攀爬物支撑的鱼藤株高增量为 46.5 ± 3.2 cm,地径增量为 4.04 ± 0.10 mm;有攀爬物支撑的鱼藤株高增量为 154.3 ± 6.3 cm,地径增量为 4.61 ± 0.12 mm。有攀爬物支撑的鱼藤株高增量与无攀爬物支撑的具有极显著差异,有攀爬物支撑的鱼藤地径增量与无攀爬物支撑的具有显著差异。

3.3 鱼藤对不同红树植物群落的偏好

各个研究区域鱼藤破坏或缠绕的红树植物群落组成情况见表3。从表3可以看出,鱼藤扩散对不同红树植物群落有偏好,其中桐花树群落中鱼藤分布面积最大,为 44.16 hm^2 ,占鱼藤分布总面积的47.66%;其次为

表1 三江区域和九州江区域鱼藤扩散速率与初始面积和周长面积比的相关性分析
Table 1 Correlation analysis between the diffusion rate of *Derris trifoliata* and the ratio of initial area and perimeter area

变量	项目	扩散速率
周长面积比	Pearson 相关性	0.708*
	显著性(双侧)	0.030
	<i>N</i>	15
初始面积	Pearson 相关性	-0.652**
	显著性(双侧)	0.000
	<i>N</i>	15

注:*表示在0.05水平(双侧)上显著相关,**表示在0.01水平(双侧)上显著相关。

表2 攀爬支撑对鱼藤株高和地径平均增量的影响
Table 2 Effect of climbing support on the average increase of plant height and ground diameter of *Derris trifoliata*

类型	株高增量/cm	地径增量/mm
无攀爬物(<i>N</i> = 30)	46.5 ± 3.2**	4.04 ± 0.10*
有攀爬物(<i>N</i> = 30)	154.3 ± 6.3**	4.61 ± 0.12*

注:*表示在0.05水平(双侧)上差异显著,**表示在0.01水平(双侧)上差异极显著。

无瓣海桑群落,鱼藤分布面积为34.69 hm²,占鱼藤分布总面积的37.44%。

表3 鱼藤在不同红树植物群落分布情况
Table 3 Distribution of *Derris trifoliata* in different mangrove plant communities

群落类型	面积/hm ²	占比/%
桐花树	44.16	47.66
无瓣海桑	34.69	37.44
海莲	4.52	4.87
秋茄	4.01	4.33
白骨壤	2.68	2.89
木榄	1.22	1.31
海漆	1.00	1.08
红海榄	0.38	0.41
合计	92.66	100.00

4 讨论

本研究表明,鱼藤以两种方式扩散时均表现为初始面积越大扩散速率越低,初始周长面积比越大扩散速率越大。通常情况下,鱼藤种子沿潮沟散布呈条带状,所以初始面积和周长面积比呈负相关,与鱼藤扩散速率负相关。随着鱼藤面积的扩大,适宜生境减少,鱼藤面积增长趋于饱和;同时,分布面积越大,侵入红树林内的鱼藤越多,导致种子扩散受限,小范围内无性繁殖占比增加,以斑块扩散的鱼藤扩散速度逐年降低更显著。王宇涛研究发现,薇甘菊入侵中心的种群产生的种子较大,传播能力较弱,而在扩散边缘的种群产生的种子较小,传播能力较强,薇甘菊种子的大小和传播能力与其种群在野外的密度有关^[12]。野外调查发现,生境相隔不远的鱼藤种群的种子大小也有较大差异,可能与薇甘菊种子具有相似性,可进行进一步研究。

本研究中,没有攀爬物支撑的鱼藤生长明显滞后于有攀爬物支撑的鱼藤幼苗。没有攀爬物支撑时,鱼藤幼苗顶端会出现干枯死亡的情况,与野外所见的无支撑物鱼藤最终会慢慢死亡相吻合;有攀爬物支撑时,鱼藤可以迅速缠绕生长。在野外,鱼藤主要通过攀爬、缠绕红树林木本植株迅速扩散,部分可以攀爬至红树植物树冠以获得更多的光照,有的还会遮盖红树植物最终导致红树死亡,大量研究显示这是很多藤本植物

在森林群落的优势生存策略^[13]。研究发现,鱼藤集中分布在桐花树和无瓣海桑群落,这与桐花树和无瓣海桑的生长和生态习性有关。桐花树较为低矮,分枝密集,有利于鱼藤攀爬、繁殖和扩散。此外,桐花树和鱼藤在盐度和潮位方面生态位相似性较高,极易产生分布空间重叠。黄歆怡在广西亦发现鱼藤危害现象主要出现在以桐花树为优势种的群落中^[14]。无瓣海桑树冠较大,地表植被较为稀疏,林下其他红树植物较少,且土壤盐度较低,为鱼藤幼苗生长提供了有利生境。鱼藤为红树林常见伴生种,对于促进红树林演替和增加红树林生物多样性具有一定作用,然而近年来鱼藤种群迅速蔓延,不仅对红树植物造成危害,也破坏了红树林生态系统的整体性,这与全球气候变化导致藤本植物蔓延扩散能力增加有关,同时也与近年来红树植物群落自身的退化密不可分。研究表明,随着全球变暖,全球的藤本植物,尤其是热带亚热带地区的藤本植物有明显扩张趋势^[15-16];藤本植物多为喜阳植物,当红树林受到人为干扰形成林窗或者边缘破碎化程度增强时,林内光照增强,有利于藤本植物的定居、生长和蔓延。当原生红树林群落的完整性较高时,鱼藤主要通过占据潮沟两侧的区域,沿着潮沟扩散;当红树林内有较大的林窗产生时,鱼藤通常定植林窗斑块并从中心向四周扩散。由于生长速度远远大于红树植物,鱼藤能够迅速占领空地并向四周蔓延,占领红树分布空间。

目前对鱼藤的基础研究较为匮乏,今后应加强鱼藤生态适应和种群扩散机制等方面的研究,了解和掌握鱼藤在红树林中的分布和扩散规律,防止鱼藤在红树林继续扩大蔓延,为红树林保护提供基础理论支撑。在此基础上,可以利用植物扩散模型对鱼藤的扩散模型和风险分析等做进一步深入研究。姜焕用最大熵模型模拟分析了金钟藤在海南岛分布的潜在在不同等级风险区^[17]。龚岩岩等利用最大熵模型预测了五爪金龙的极高适生区和高度适生区^[18]。可以借鉴上述模型研究方法,探讨鱼藤的空间扩散格局和分布预测,为鱼藤防治提供技术支持。

参考文献:

- [1] 刘秋红. 广州市红树林资源现状及其保护利用对策[J]. 福建林业科技, 2005, 32(2): 125-128, 136.
- [2] 卢元平, 徐卫华, 张志明, 等. 中国红树林生态系统保护空缺分析[J]. 生态学报, 2019, 39(2): 684-691.
- [3] 周青青. 东寨港红树林分布区外来植物入侵的廊道效应研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2011.
- [4] 黄丹慤, 孙秀东, 郭霞, 等. 海南红树林伴生植物三叶鱼藤的风险分析[J]. 热带林业, 2019, 47(3): 62-65.
- [5] 黄歆怡, 钟诚, 陈树誉, 等. 鱼藤对红树林植物的危害及管理[J]. 湿地科学与管理, 2015, 11(2): 26-29.
- [6] 胡杰龙, 辛琨, 李真, 等. 海南东寨港红树林保护区碳储量及固碳功能价值评估[J]. 湿地科学, 2015, 13(3): 338-343.
- [7] 吴瑞, 陈丹丹, 王道儒, 等. 海南省东寨港红树林资源现状调查分析[J]. 热带农业科学, 2016, 36(9): 62-65, 71.
- [8] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志-第十分册(广东省西部海湾)[M]. 北京: 海洋出版社, 1999.
- [9] 邓琰, 喻泽斌, 周炎武, 等. 安铺港表层沉积物中重金属污染现状及潜在生态风险评价[J]. 海洋环境科学, 2017, 36(3): 398-405.
- [10] 孙艳伟, 廖宝文, 管伟, 等. 海南东寨港红树林急速退化的空间分布特征及影响因素分析[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(6): 111-118.
- [11] 赵雪磊. 利用Google影像辅助林地年度变更遥感判读的方法[J]. 山东林业科技, 2017, 47(3): 108-110.
- [12] 王宇涛, 麦菁, 李韶山, 等. 华南地区严重危害入侵植物薇甘菊和五爪金龙入侵机制研究[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2012, 44(4): 1-5.
- [13] 黄乔乔, 沈奕德, 李晓霞, 等. 海南典型有害植物的入侵扩散机理研究进展[J]. 生物安全学报, 2016, 25(1): 1-6.
- [14] 范志伟, 沈奕德, 李晓霞, 等. 林业有害植物金钟藤新枝在海南的月生长动态[J]. 生物安全学报, 2016, 25(1): 13-17.
- [15] SCHNITZER S A, BONGERS F. Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms[J]. Ecology Letters, 2011, 14(4): 397-406.
- [16] STEWART T, SCOGINGS P F, BAIJNATH H. Dispersal of a forest liana into grasslands and post-establishment stand expansion [J]. South African Journal of Botany, 2020, 131: 51-55.
- [17] 江焕. 海南岛金钟藤快速扩张的遗传基础及群落特征研究[D]. 海口: 海南大学, 2019.
- [18] 龚岩岩, 贾晓霞, 朱倩倩, 等. 气候变化背景下五爪金龙在中国的潜在适生区预测[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2018, 46(6): 115-123.