

益智的地理分布及适生区预测

周继曾^{1,2}, 张焜^{1,2,3}, 张蓝月^{1,2}, 冼啟秋^{1,2}, 孙鹏珍^{1,2}, 杜志云^{1,2*}

(1. 广东工业大学轻工化工学院天然药物与绿色化学研究所, 广东广州 510006; 2. 广东省药食同源天然资源综合利用工程中心, 广东广州 510006; 3. 五邑大学化学与环境工程学院, 广东江门 529020)

摘要 [目的]研究益智在我国的地理分布,为其种植栽培、合理保护和开发利用提供理论依据。[方法]采用 DIVA-GIS 软件和 MaxEnt 模型,基于益智在我国的地理分布信息,结合 19 个环境因子和 2.5 min 的空间分辨率进行分析,绘制出益智的地理分布图和潜在的适生等级分布图。[结果]海拔和植被类型对益智的地理分布有较大的影响。多数在我国 30°N 以南中低海拔 10~1 200 m 地区分布,少部分在中高海拔 1 500~2 000 m 地区分布。多生于山脚或中下部、河溪旁等荫蔽且肥沃、湿润的土壤。随着海拔的升高,分布范围逐渐缩小和丰富度逐渐降低。随着植被类型的变化,植被分布密度降低,分布范围和丰富度都有降低的趋势。[结论]益智在我国潜在分布区为琼、粤、桂、渝、川、云、贵、闽、浙、湘等省区及交界处。

关键词 益智;地理分布;潜在分布;DIVA-GIS 软件;MaxEnt 模型

中图分类号 Q 948.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)19-0001-03

Geographical Distribution and Prediction of Potential Region of *Alpinia oxyphylla* Miq.

ZHOU Ji-zeng^{1,2}, ZHANG Kun^{1,2,3}, ZHANG Lan-yue^{1,2} et al (1. School of Chemical Engineering and Light Industry, Institute of Natural Medicine & Green Chemistry, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510006; 2. Engineering Center for Comprehensive Utilization of Medicine and Food Homologous Natural Resources, Guangzhou, Guangdong 510006; 3. School of Chemistry and Environmental Engineering, Wuyi University, Jiangmen, Guangdong 529020)

Abstract [Objective] The geographical distribution of *Alpinia oxyphylla* in China was studied, in order to provide theoretical basis for its cultivation, protection and utilization. [Method] This study predicted distribution regions in China of *Alpinia oxyphylla* by using DIVA-GIS software and MaxEnt model, combined with 19 environmental factors and spatial resolution of 2.5 min, the geographical map of *Alpinia oxyphylla* and the map of potential fitness levels were drawn. [Result] Altitude and vegetation type had a greater influence on the geographical distribution of *Alpinia oxyphylla*. Most of them were distributed in the middle and low altitudes of 10~1 200 m in the south of 30°N in China, and a few in the middle and high altitudes of 1 500~2 000 m. Born in the shadowy and fertile, moist soil on the foot of the mountain or in the lower half, riverside, etc. With the increase of altitude, the distribution range gradually decreased and the richness gradually decreased. With the change of vegetation type, the distribution density of vegetation decreased, and the distribution range and richness of the vegetation decreased. [Conclusion] The potential distribution areas of *Alpinia oxyphylla* in China are Qiong, Yue, Gui, Yu, Chuan, Yun, Gui, Min, Zhe, Xiang, and other provinces and borders.

Key words *Alpinia oxyphylla* Miq.; Geographical distribution; Potential distribution; DIVA-GIS software; MaxEnt model

益智(*Alpinia oxyphylla* Miq.), 别名益智仁、益智子,为姜科(Zingiberaceae)山姜属(*Alpinia* Roxb.)多年生常绿草本植物。它被誉为我国四大南药之一,也是原国家卫计委公布的药食同源品种之一,具有抗癌、强心、舒张血管、镇静、镇痛、抗过敏、抗衰老、抗氧化、提高免疫力和保护神经等药理活性,用于治疗肾虚遗尿、小便频数、遗精白浊、脾寒泄泻、腹中冷痛、口多唾涎等疾病^[1],其主要活性成分为倍半萜类,其次为黄酮类、二芳基庚烷类化合物^[2]。在我国,主要分布在海南、广东、广西等地,多生于具有一定荫蔽条件的山脚下、河沟边和坡度较小的山林地带。

物种的分布区域是物种重要的空间特征,与物种灭绝、生态入侵、生态位幅度密切相关,对研究物种的起源、散布和演化有着重要的意义^[3]。环境因素、生物因素、物种的扩散能力及物种适应新环境的能力都是影响物种地理分布的因素。DIVA-GIS 软件作为研究生物多样性的地理信息系统(GIS)软件,它将物种的分布信息导入地理信息系统对物种分布区进行研究,绘制物种分布图,分析物种多样性分布格局,为物种资源的可持续利用和合理保护提供理论依据。物

种分布信息结合 GIS 技术已经广泛应用于物种分布格局的研究^[4-6]。MaxEnt 模型利用最大熵原理通过已知物种分布地区和多种环境数据预测物种的地理分布,其在物种潜在分布区预测研究中已得到广泛应用^[7-9]。笔者基于益智的地理分布信息,采用 DIVA-GIS 软件对益智在我国的分布区域和分布规律进行研究,利用 MaxEnt 软件预测其在我国的潜在分布区^[10],为益智的种植栽培、合理保护和开发提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 数据收集

1.1.1 物种分布信息。查阅标本记录和文献信息,确定益智目前已知的分布点。通过国家标本平台(NSII; <http://www.nsii.org.cn>)和中国数字植物标本馆(CVH; <http://www.cvh.ac.cn/>)提取来自中国科学院植物研究所标本馆(PE)、中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)、广西植物研究所标本馆(IBK)、重庆市药物种植研究所标本馆(IMC)、广西药用植物园植物标本室植物标本馆(GXMG)、福建省亚热带植物研究所植物分类标本室(FJSI)、厦门大学生物生命科学院植物标本室(AU)、中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)、广西中医药研究院植物标本馆(GXMI)、南京大学生物系植物标本室(N)、中南林业科技大学林学院森林植物标本(CSFI)、中国科学院西双版纳热带植物园植物标本馆(HITBC)、上海辰山植物标本馆(CSH)、广东省韩山师范学

作者简介 周继曾(1993—),男,广东广州人,硕士研究生,研究方向:天然药物。*通讯作者,教授,博士,硕士生导师,从事天然药物方面的研究。

收稿日期 2018-03-08

院生命科学与食品科技学院植物标本室(CZH)、中国医学科学院药用植物研究所云南分所标本馆(IMDY)、中山大学标本馆(SYS)、成都中医药大学(CDUTCM)、重庆南川药用植物栽培研究所、中国农业大学标本馆(CAU)、南京大学植物标本室(NJU)、江苏省中国科学院植物研究所共 21 所标本馆 250 份益智标本信息;查阅密苏里植物园标本馆(<http://www.tropicos.org>)5 份,共收集 255 份益智标本信息;查阅《中国植物志》《海南植物志》《广东植物志》《广西植物志》《云南植物志》《贵州植物志》《植物志》等地方植物志以及益智相关的文献确定其分布点。根据国家标本平台和中国数字植物标本馆所记录的信息,以及中国数字植物标本馆的新旧地名数据库查询系统(<http://www.cvh.ac.cn/jiudi-ming/list.asp>),利用 Google Earth 卫星图定位获得分布地点的经纬度。

1.1.2 地图数据。该研究所使用的地图均来源于 DIVA-GIS 网站提供的链接(<http://www.diva-gis.org/gdata>)上下载的中国行政区划图、海拔图和植被类型图。

1.1.3 气候数据。该研究所使用的环境因子均来自 DIVA-GIS 网站(<http://www.diva-gis.org/climate>),使用的环境因子选择与温度和降雨量相关的 19 个对物种分布有重要影响的生物气候变量,分别是年均温(BIO1)、平均月温差(BIO2)、平均年温差(BIO3)、温度季节变化方差(BIO4)、最热月温度(BIO5)、最冷月温度(BIO6)、年均温差(BIO7)、雨季均温(BIO8)、干季均温(BIO9)、暖季均温(BIO10)、冷季均温(BIO11)、年降雨量(BIO12)、最湿月降雨量(BIO13)、最干月降雨量(BIO14)、季降雨量变异系数(BIO15)、雨季降雨量(BIO16)、干季降雨量(BIO17)、暖季降雨量(BIO18)、冷季降雨量(BIO19),采用的空间分辨率为 2.5 min。下载的数据为 clm 格式,需经过 DIVA-GIS 软件转化为 ascii 格式在 Maxent 软件中使用。

1.2 地理分布分析

1.2.1 地理分布图绘制。根据收集到的标本记录和文献记

载信息,用 DIVA-GIS 软件绘制益智的地理分布图,分别以海拔图层和植被图层作为底图,每个分布点至少有 1 份标本采集的地理分布图。用 Microsoft Excle 2007 软件收集分布点的经纬度,用 Photoshop 软件处理图形文件。

1.2.2 丰富度统计。丰富度以分布地点为参数,并以一个地点代表一个益智群落的存在,在 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的网格内统计益智群落的次数;分 5 个等级,便于观察益智的集中分布点,分别为深绿色(标本数为 1~13)、绿色(标本数为 14~25)、黄色(标本数为 26~38)、橙色(标本数为 39~50)、红色(标本数为 51~63)。

1.2.3 物种分布区模拟。以中国省份行政图、海拔图和植被类型图作为底图,将收集到的益智分布信息导入 DIVA-GIS 软件中,生成益智的地理分布图。

1.2.4 物种潜在分布区预测。将从 MaxEnt 得到的数据导入 DIVA-GIS 软件,根据适生性概率 P ,益智在我国分布集中的地区为海南、广东、广西 3 个省(自治区)的适生性概率在 0.45 以上,其他有益智分布的地区适生性概率也在 0.25 以上,适生性概率在 0.05 以下的地区无益智分布记录。最终设定: $P < 0.05$ 为不适生区; $0.05 \leq P < 0.25$ 为低度适生区; $0.25 \leq P < 0.45$ 为中度适生区; $P \geq 0.45$ 为高度适生区^[10]。

2 结果与分析

2.1 地理分布与丰富度统计 采用 DIVA-GIS 软件分析益智的地理分布,结果发现(图 1),益智主要分布在海南、重庆、广东和广西,其中海南是益智分布最集中的地区,在湖南、贵州、云南、四川等地也有分布。结合海拔图层的分析(图 1)表明,益智大部分在我国 30°N 以南中低海拔 10~1 200 m 地区分布,小部分在中高海拔 1 500~2 000 m 地区分布。标本记录和群落调查显示,益智在海南产于崖州、林高、乐会、儋州、陵水、昌江、三亚等地,海拔 400~900 m 的山区有大量栽培;重庆分布在金佛山、南川等地,海拔 500~900 m;广东的高州、从化、广州、阳春、徐闻、湛江、乐兴、潮州等地均

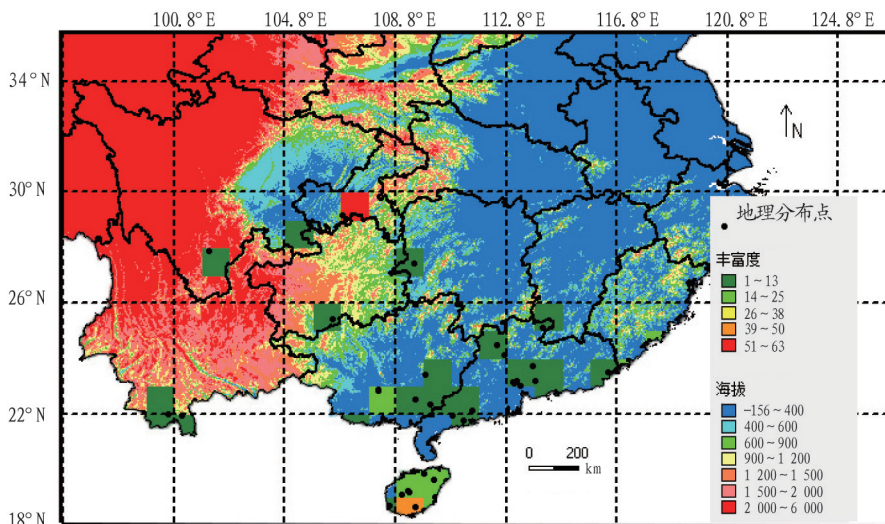


图 1 益智地理分布

Fig. 1 Geographical distribution of *Alpinia oxyphylla*

有分布,海拔 200~900 m;广西分布在南宁、东兴、陆川、绍平、上思、钦州、睦边、龙州等地区,海拔在 72~400 m;湖南分布在芷江县海拔 400 m 左右;云南分布在西双版纳、景洪市等地,海拔在 800~1 200 m;四川分布在凉山州海拔 2 000 m 左右。

标本信息显示(图 1),在 255 份标本记录中有 93 份来自海南,其中有 14 份于 1973—2012 年采自万宁南林农场,16 份于 1933—1984 年采自崖州,11 份于 1935—2012 年采自保亭七仙岭,8 份于 1969—2012 年采自陵水捉公社小南坪药场,10 份于 1988—2009 年采自三亚甘什岭,5 份于 1927 年采自林高,6 份于 1954 年采自乐会南太坡塘,6 份于 1986—2012 年采自昌江坝王岭,8 份于 1933 年采自澄迈田村大王岭,4 份于 1936 年采自白沙圆门洞附近,3 份于 1973 年采自屯昌乌坡公社附近,2 份于 1928—2012 年采自儋州莲花山。来自重庆的标本有 53 份为 1994 年采自金佛山,广东的标本有 56 份来自高州、从化、广州、阳春、徐闻、湛江、乐兴、潮州等地,广西的标本有 33 份来自南宁、东兴、陆川、绍平、上思、钦州、睦边、龙州等地区。其余分布地区为云南 11 份,湖南 4

份,四川 3 份,贵州 2 份。益智的分布点统计表明,海南分布点最多,其次为广东、重庆、广西。

2.2 分布地植被类型分析 根据 15 种土地覆盖类型,结合 DIVA-GIS 软件分析益智分布地植被类型,结果发现(图 2),益智分布在我国的 2 个植被区(亚热带常绿阔叶林区和热带季雨林区)、4 个植被亚区(东部常绿阔叶林亚区、西部常绿阔叶林亚区、东部热带季雨林亚区和西部热带季雨林亚区)、5 个植被地带(含常绿阔叶树的落叶阔叶林地带、常绿阔叶林地带、硬叶常绿阔叶林地带、季雨林型常绿阔叶林地带、季雨林地带)。益智的分布区域出现在疏林、灌丛及其他自然植被的镶嵌区中。生境多为山脚、山地阳处、山腰、山谷、山坡、路旁、沟谷溪边及林下阴湿处等有适当荫蔽且肥沃、湿润的土壤^[11],生长状态为散生、野生。

2.3 自然潜在分布预测 该研究为了预测益智的自然潜在分布区,不考虑气候变化对益智潜在分布区的影响,采用 MaxEnt 软件分析益智在我国的潜在分布区预测结果(图 3)。图 3 显示,适生等级在中度以上的区域主要在我国东南部

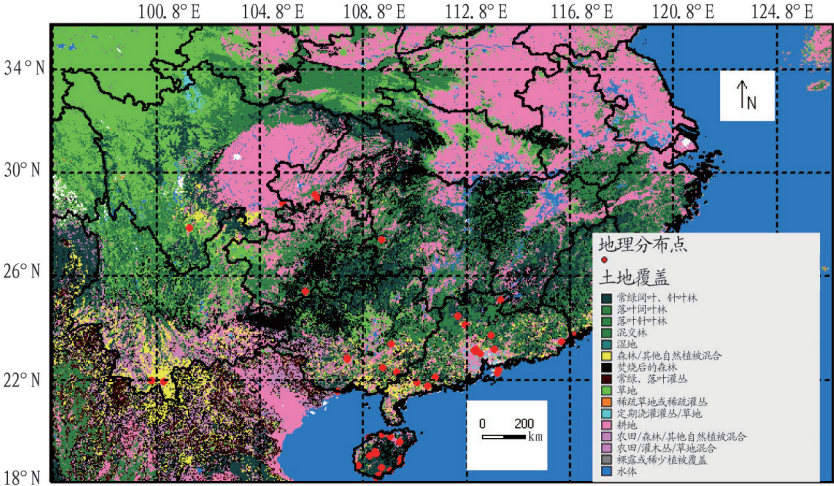


图 2 益智分布地植被类型

Fig. 2 Vegetation type of the distribution zone of *Alpinia oxyphylla*

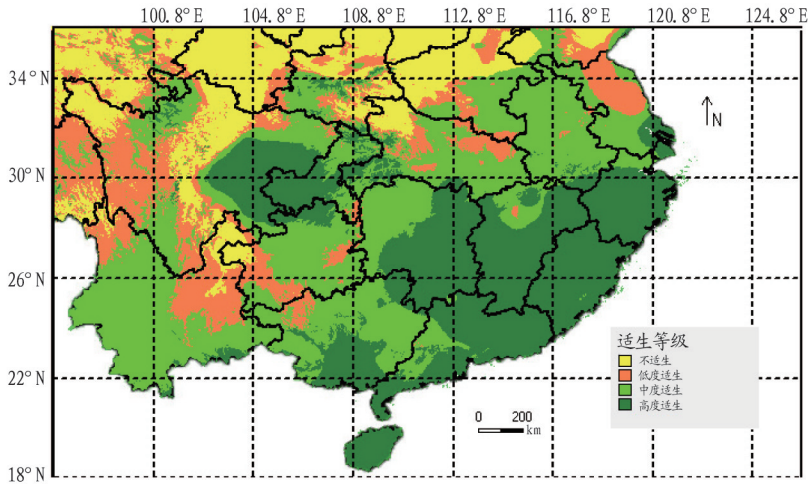


图 3 益智在我国适生等级分布

Fig. 3 Suitability grade distribution of *Alpinia oxyphylla* in China

当减少氮肥用量,增加有机肥和磷肥用量,适当施用硫磺粉,防止果园土壤逐渐碱化。

(3)适宜区和勉强适宜区是奉节柑橘“仓库”,该区域面积大,分布范围向长江沿线稍高海拔扩散,从评价结果和实际情况看,区域内日照和温度随海拔的升高逐渐降低,立地坡度变大,土层较薄,土壤养分含量偏低,土壤以中碱性为主。因此,在该区域可采取以下措施进行改良:第一,合理施肥,适当增加施肥次数,尽量选择生理酸性肥料,通过施肥逐步降低土壤碱性,注重平衡施肥,搞好土壤培肥工作,增加有机肥投入,提高地力水平,选择环状、条形施肥,避免肥料撒施现象,注重肥料利用率提高;第二,改善立地条件,针对立地坡度大、土层薄的区域,实行坡改梯,以增加土壤厚度,提高土壤水土保持保肥能力;第三,根据不同地段限制因子的限制性强弱,科学选择柑橘抗性品种,合理规划柑橘园用途。

(4)不适宜区不适合柑橘种植,主要受 2 个方面因素限制:一是不可改变的障碍因子,如海拔、温度等地理因素,在这类区域应放弃柑橘种植,选择种植其他更适宜作物;二是可改变障碍因子,如坡度、土壤 pH、土层厚度等,在这类区域应有针对性地采取改良措施,提高柑橘种植适宜性程度。

(5)实现奉节柑橘可持续发展,任何改良措施都不会有立竿见影的效果,而是需要长期人力、物力、财力和科技的投入。盲目追求经济效益是不可取的,要想在激烈的市场竞争中站稳脚跟,则需要政府重视,市场投入,果农参与,上下联

动共同努力,奉节柑橘才会持续发展。

参考文献

- [1] 邓秀新,彭抒昂. 柑橘学[M]. 北京:中国农业出版社,2011:250.
- [2] 橘子[EB/OL]. [2018-01-20]. <https://baike.so.com/doc/5191564-5423025.html>.
- [3] 梁竹. 重庆三峡库区柑橘生产成本收益分析[D]. 重庆:西南大学,2009.
- [4] 麦地. 科技助力 重庆打造 300 亿元柑橘产业链[J]. 植物医生,2017(2):6-9.
- [5] 栾进华,向晓军,刘东,等. 奉节脐橙产区不同表生环境土壤有益元素特征分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(36):22623-2264.
- [6] 陈健飞,刘卫民. Fuzzy 综合评判在土地适宜性评价中的应用[J]. 资源科学,1999,21(4):71-74.
- [7] 郭熙,赵小敏,曾建玲,等. 鄱阳湖区土地资源评价[J]. 江西农业大学学报,2000,22(4):543-550.
- [8] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2001:269-309.
- [9] 胡海. 庄河农业土地适宜性评价分析[J]. 中国农学通报,2010,26(18):389-392.
- [10] 张静,廖铁军. 土地整理中的土地适宜性评价方法研究:以山东省日照市岚山区独刺流域土地整理项目为例[J]. 西南农业大学学报(社会科学版),2009,7(2):1-4.
- [11] 张红旗. GIS 支持的县级区域柑桔土地适宜性综合评价[J]. 资源科学,1998,20(1):62-70.
- [12] 胡彩婷,李巧云,关欣,等. 永兴县发展冰糖橙产业的土地适宜性评价[J]. 水土保持研究,2012,19(6):228-231,236.
- [13] 李伟. 重庆耕地地力研究与评价(一)[M]. 北京:中国农业出版社,2010:770-771.
- [14] 蒋庚媛. 奉节脐橙品质与农业地学背景的关系初探[J]. 四川地质学报,1991(3):226-229.
- [15] 文君. 脐橙生长发育与气象条件的关系[J]. 湖北气象,1994(3):39-40.
- [16] 袁久坤. 三峡库区脐橙种植的气候适应性分析及优质高产对策[J]. 北京农业,2014(36):42-43.
- [17] 杨媛. 歙县茶园土壤适宜性评价研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2015:6-7.

(上接第 3 页)

(18°~32°N,102°~121°E)的海南、广东、广西、重庆大部分地区;同时,适生等级较高的区域出现在江西、福建、浙江的东南部;而在我国西北地区大部分为不适生地区。研究结果表明,益智的地理分布及丰富度与植被类型和海拔关系密切。海拔的升高会使分布范围逐渐缩小和丰富度逐渐降低。植被类型的变化与植被分布密度降低使得分布范围和丰富度都有降低的趋势。分析益智的潜在分布区发现,益智适合在我国温暖湿润气候区生长并有逐渐扩大分布的趋势,不适合我国西北地区寒冷干燥的环境。

3 结论与讨论

该研究使用 DIVA-GIS 软件绘制益智地理分布图和分布地植被类型图,结合 MaxEnt 模型预测出益智在我国的适生区。结果表明,益智地理分布主要受到植被和海拔等因素的影响。预测益智的潜在分布区为海南、广东、广西、重庆、福建、湖南、江西、浙江、四川、云南等地区的山区和园林中,具有良好的生长状态。该研究结果将为益智的种植栽培、合理保护和开发利用以及可持续发展提供一定的前期指导和参考依据,减少由于盲目开发所造成的种质资源的浪费和破坏。

益智为姜科山姜属多年生常绿草本植物,是我国四大南药之一,具有较好的药用价值。益智在我国的低中海拔地区

野生资源丰富,而这些区域易受人类活动的影响,导致近年来遭受到较为严重的破坏。相关部门应加强对益智的保护力度,对其保护以就地保护为主。此外,其潜在的适生区也应引起重视,减少对益智潜在适生区生境的人为破坏,只有通过保护益智未来潜在分布区的生境,才能为益智提供长期生存的条件。迁地保护可作为就地保护的一种重要补充,发展益智的迁地保育和扦插技术对益智的保护有重要意义。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:化学工业出版社,2015:291.
- [2] 张俊清,王勇,陈峰,等. 益智的化学成分与药理作用研究进展[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(2):280-287.
- [3] 张文驹,陈家宽. 物种分布区研究进展[J]. 生物多样性,2003,11(5):364-369.
- [4] 朱弘,尤禄祥,李涌福,等. 浙闽樱桃地理分布模拟及气候限制因子分析[J]. 热带亚热带植物学报,2017,25(4):315-322.
- [5] 罗志萍,潘绪斌,王聪,等. 基于 MaxEnt 和 DIVA-GIS 的白蜡枯梢病菌在中国的潜在适生区分析[J]. 湖南农业科学,2015(10):83-87.
- [6] 张兴旺,李珏,方炎明. 麻栎在中国的地理分布及潜在分布区预测[J]. 西北植物学报,2014,34(8):1685-1692.
- [7] 卢辉,钟义海,徐雪莲,等. 基于 MaxEnt 模型的对粒材小蠹的适生性分析[J]. 热带作物学报,2013,34(11):2239-2245.
- [8] 孙敬松,周广胜. 利用最大熵法(MaxEnt)模拟中国冬小麦分布区的年代际动态变化[J]. 中国农业气象,2012,33(4):481-487.
- [9] 王娟娟,曹博,白成科,等. 基于 MaxEnt 和 ArcGIS 预测川贝母潜在分布及适宜性评价[J]. 植物研究,2014(5):642-649.
- [10] 张蓝月,叶向斌,刘念,等. 白花油麻藤的地理分布及适生区预测[J]. 广西植物,2012,32(1):27-32.
- [11] 黄国琦. 益智丰产栽培技术[J]. 广东林业科技,2013,29(2):74-76.