

# 基于 MaxEnt 模型的华东地区香果树地理分布预测

王磊, 周鹏, 陈亚辉

(江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

**摘要:** 香果树 (*Emmenopterys henryi*) 是中国特有的单种属珍稀濒危树种, 也是第四纪冰川孑遗植物之一。华东地区香果树种群退化, 江苏境内濒临灭绝。预测香果树在华东地区当前及未来时期的潜在适生区, 揭示其地理分布格局变化的关键因子, 对有效保护香果树野生资源具有重要意义。该研究以 ENMeval 软件包确定 MaxEnt 最优参数, 利用 54 条华东地区现代地理分布记录和 7 个环境变量, 基于优化后的 MaxEnt 模型预测华东地区香果树在现代、2040 年、2060 年和 2080 年的潜在分布区。综合 Jackknife 检验、置换重要值和贡献率, 探讨制约其在华东地区分布的主导环境因子。结果表明, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC 值) 为 0.801, 说明 MaxEnt 模型预测结果良好; 当前香果树在华东地区的中度和高度适宜分布区较小, 主要分布于各省山地丘陵地区; 在未来气候变化情景下, 香果树适生区分布会有不同程度变化, 华东地区香果树在未来 20 a 内分布区将进一步扩张, 自 2040 年后迅速缩小, 2080 年后在平原地区消失。温度因子 (年均温、平均日温差、最湿季均温、温度季节变化方差) 和降雨因子 (年降水量、最干季降雨量) 均限制着香果树的分布。

**关键词:** 香果树; MaxEnt 模型; 地理分布; 适生区; ENMeval 数据包

**中图分类号:** Q145; Q948.12<sup>+</sup>1; Q949.781.1 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-7380.2024.04.007

## Prediction of geographical distribution of *Emmenopterys henryi* in East China based on MaxEnt model

Wang Lei, Zhou Peng, Chen Yahui

(Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China)

**Abstract:** *Emmenopterys henryi* is a rare and endangered tree species endemic to China, being the sole species in its genus and a relict from the Quaternary glaciation. The populations of *E. henryi* in the East China region are degrading and near extinction in Jiangsu Province. Therefore, predicting the potentially suitable habitats in the East China region in the present and future periods, and revealing the key factors influencing change in its geographical distribution pattern, are of great importance for the effective conservation of the germplasm resources. In this study, the ENMeval package was used to determine the optimal parameters for the MaxEnt model. Based on 54 contemporary geographical distribution records and 7 environmental variables, we simulated and predicted the potential distribution areas in East China for the present, 2040, 2060, and 2080. The contribution rate, permutation importance, and Jackknife test were comprehensively used to explore the environmental factors influencing the suitable habitats in East China. The results of the MaxEnt model showed that the area under the receiver operating characteristic curve (AUC value) was 0.801, indicating good prediction. The results indicated that the moderately and highly suitable distribution areas in East China were relatively small, primarily located in the mountainous and hilly regions of various provinces. The distribution area in East China will further expand in the next 20 years but will rapidly shrink from 2040 and potentially disappearing in plain areas after 2080. The combined results of the contribution rate, permutation importance, and jackknife test indicated that temperature factors (annual mean temperature, mean

收稿日期: 2024-04-29; 修回日期: 2024-06-07

基金项目: 2023 年中央财政林业草原生态保护恢复资金“野生植物(香果树)扩繁与迁地保护”

作者简介: 王磊 (1980-), 男, 江苏宜兴人, 研究员, 博士。主要从事林业科学研究与应用推广工作。

diurnal temperature range, mean temperature of the wettest quarter, temperature seasonality) and precipitation factors (annual precipitation, precipitation of the driest quarter) all constrained the distribution of *E. henryi*.

**Key words:** *Emmenopterys henryi*; MaxEnt model; Geographical distribution; Suitable distribution area; ENMeval package

香果树 (*Emmenopterys henryi*) 隶属茜草科 (Rubiaceae) 香果树属, 起源于中生代白垩纪, 为中国特有单种属植物, 第四纪冰川孑遗植物之一, 被列为国家 II 级重点保护植物和江苏重点保护野生植物<sup>[1-3]</sup>。香果树树形优美, 花形奇特, 其材质优良, 可用于建筑及家具制造; 茎皮纤维亦可制蜡纸、人工棉, 有较高的经济价值<sup>[4]</sup>。香果树广布于中国亚热带地区, 但由于其繁殖困难以及生境遭受人为破坏, 至今未曾发现大面积的树木分布, 群体呈现衰退趋势<sup>[5]</sup>。据报道, 江苏境内的香果树已濒临灭绝<sup>[6-8]</sup>。因此, 加大对天然香果树资源的保护力度已迫在眉睫。

物种分布模型又称生态位模型, 是将目标物种分布情况与相关环境因子关联起来, 推算物种分布所需生态要求, 并将结果投射到未来特定时空条件下以预测某地区物种的潜在分布情况。近年来物种分配模型已成为针对濒危物种保护问题的重要工具<sup>[9]</sup>。其中, MaxEnt 模型是目前使用最为广泛的生态位模型<sup>[10]</sup>, 其以最大熵理论为依据构建, 具有预测结果准确、样本量少、仅需物种分布数据及环境因子数据即可进行预测的优点<sup>[11-12]</sup>, 被广泛应用于各种样本量少、分布范围狭窄的濒危物种潜在分布区预测<sup>[9]</sup>。

目前有关香果树的研究主要集中在植物形态与生理特性<sup>[13-15]</sup>、遗传多样性与遗传结构<sup>[5, 16-17]</sup>、种群结构与种群空间格局<sup>[18-21]</sup>等方面, 对于大范围的地理分布格局及适生区预测研究相对较少。仅唐自豪等<sup>[22]</sup>对末次冰盛期以来香果树潜在地理分布格局变迁进行了探讨, 认为香果树适生区呈现持续缩减, 并向西与高纬度地区迁移的趋势, 且当前的高适生区集中分布于四川盆周山地、武陵山与武夷山地区; 魏俊等<sup>[23]</sup>对西南地区香果树的地理分布进行了预测研究, 发现当前时期中、高适宜区主要分布在四川南部、云南东北部、重庆北部和东南部, 且西南地区香果树适生区面积整体上将会有所增加。目前, 针对于华东地区的香果树地理分布格局及其适生区预测研究尚为空白。本研究基于 MaxEnt 模型, 预测华东地区香果树在当代以及未来的潜在分布区, 同时分析影响香果树分布的关键环境变量,

并进一步分析其适生区的环境特征, 以期对香果树的资源保护、天然种群恢复和引种栽培提供科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 数据来源与处理

选取华东地区 5 个省 (安徽、福建、江苏、江西和浙江) 为研究区域, 经纬度范围为 113—123°E, 23—35°N。检索全球生物多样性信息网络 (GBIF, <http://www.gbif.org>)、中国数字标本馆 (CVH, <http://www.cvh.org.cn>)、教学标本资源共享平台 (<http://mnh.scu.edu.cn/main.aspx>) 等数字标本平台, 并查阅文献等, 去除人工引种栽培、重复分布, 以及降低取样偏差后, 最终得到华东地区分布点 54 个, 其中安徽省 11 个, 福建省 4 个, 江苏省 4 个, 江西省 22 个, 浙江省 13 个。

### 1.2 气候变量来源与筛选

当前气候数据和 RPC8.5 背景下未来 4 个时期的气候数据均下载自 WorldClim 数据库 (<http://worldclim.org>), 每个时期的气候数据包括 19 个生物气候变量 (见表 1)。使用 raster 2.8-19 包提取 54 个分布点所对应的 19 个气候变量, 并进行 Pearson 相关性分析, 在相关系数绝对值大于 0.8 的气候变量中选择一个与地理分布紧密联系或便于模型解释的变量参与预测, 最终筛选得到 7 个气候变量用于后续分析, 分别为年均温 (bio1)、平均日温差 (bio2)、等温性 (bio3)、温度季节变化方差 (bio4)、最湿季均温 (bio8)、年降水量 (bio12) 和最干月降水量 (bio14)。利用 ArcMap 10.8.1 软件中的 clip 工具对气候变量图层裁剪至研究区域。

### 1.3 模型建立、优化与评估

基于 MaxEnt v3.3.3 k 软件<sup>[24]</sup> 预测不同时期的香果树潜在地理分布, 重复次数设置为 10, 抽取测试样本的方法选择交叉验证 (crossvalidate)。利用 ENMeval 数据包 (<http://cran.r-project.org/web/packages/ENMeval/index.html>) 对 MaxEnt 模型中的调控倍频 (regularization multiplier, RM) 和特征组合 (feature combination, FC) 2 个参数进行优化<sup>[25]</sup>。最终根据 Akaike 信息量准则 (Akaike information crite-

tion correction, AICc)<sup>[26-27]</sup> 来评估模型性能,即具有最小 AICc 值的模型被认为是最佳模型。利用受试

表 1 WorldClim 数据库中 19 个生物气候变量的代码和名称

代码 Code	生物气候变量
bio1	年均温
bio2	平均日温差
bio3	等温性
bio4	温度季节变化方差
bio5	极端最高温
bio6	极端最低温
bio7	温度年较差
bio8	最湿季均温
bio9	最干季均温
bio10	最暖季均温
bio11	最冷季均温
bio12	年降水量
bio13	最湿月降水量
bio14	最干月降水量
bio15	季节降水变异系数
bio16	最湿季降水量
bio17	最干季降水量
bio18	最暖季降水量
bio19	最冷季降水量

者曲线下的面积(AUC)来验证模型精度。AUC 值的取值范围为 0—1, 值越大意味着模拟可信度越高,当 AUC 的数值范围为 0.7—0.8 时表示预测精度中等,0.8—0.9 时表示预测精度良好,大于 0.9 时表示预测精度优秀<sup>[28]</sup>。预测结果采用 ArcMap 软件进行可视化处理,采用平均间隔法将适宜度分为 5 级,分别为高度适宜区(80%—100%)、中度适宜区(60%—79%)、一般适宜区(40%—59%)、低度适宜区(20%—39%)、不适宜区(0—19%)<sup>[25]</sup>。

#### 1.4 环境变量的重要性评估

贡献率、置换重要值和 Jackknife 检验可以用来评估环境变量与现代潜在地理分布的关联性,关联性强的环境变量更有可能对现代地理分布形成制约<sup>[29]</sup>。贡献率取决于最大熵程序求取最优解的特定算法,而置换重要值只与最终结果有关,与具体的算法无关。Jackknife 检验通过依次仅使用某变量或依次排除某个变量来建立模型,比较模型间的正则化训练增益、测试增益和 AUC 值的差异来评估环境变量的重要性。

## 2 结果与分析

### 2.1 模型优化与准确性评价

基于华东地区 54 个分布点和 7 个气候变量图层,运用 Enmeval 数据包调用 MaxEnt 对香果树当前和未来潜在分布进行预测。利用 ENMeval 包优化比较后,选择 AICc 值最小的组合,即 RM = 1, FC = LQ 时(如图 1),该参数下模型为最优模型,因此本研究中采用该组合作为最终设置参数。在该参数设置下,MaxEnt 模型预测当前地理分布时 10 次重复中训练 AUC 值平均值为 0.801±0.087,表明模型预测精度良好,且稳定性较高。

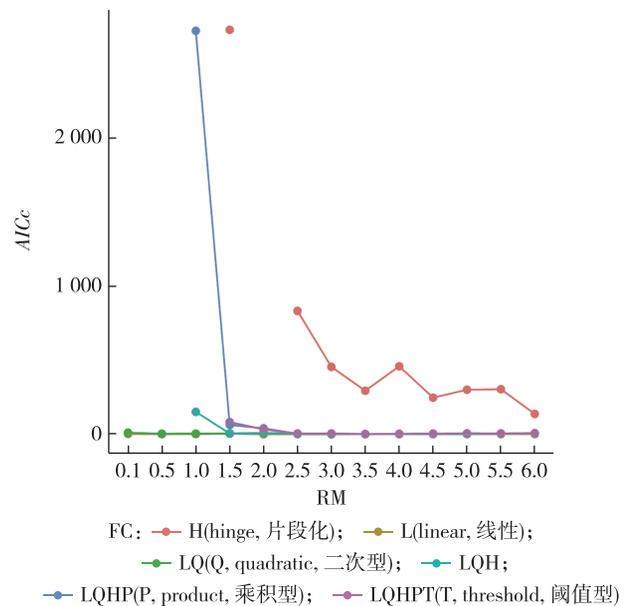


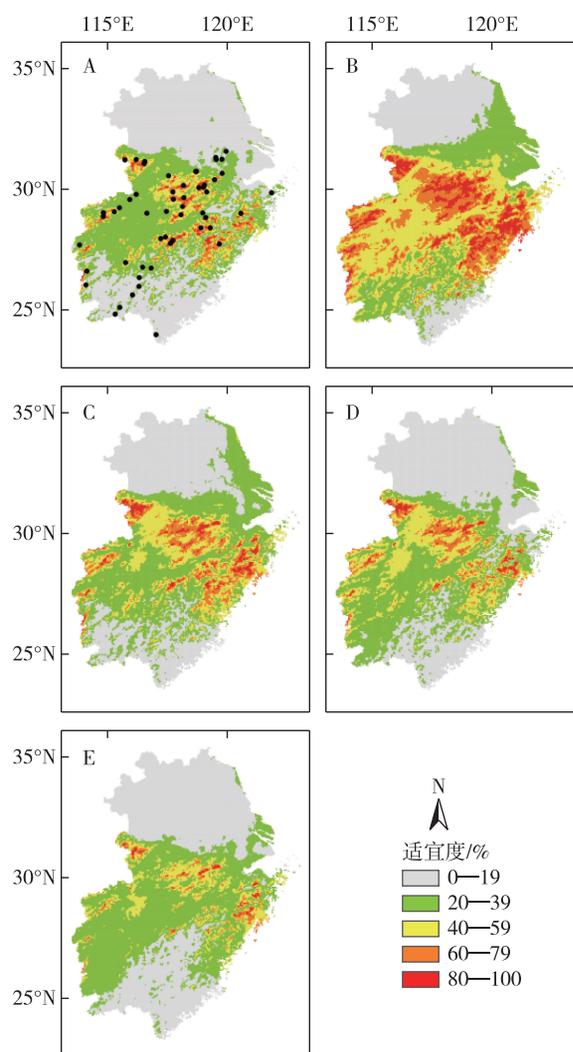
图 1 MaxEnt 模型不同参数设置下的评估结果

### 2.2 现在潜在地理分布区特征

54 个分布点分别属于不适宜区、低度适宜区、一般适宜区、中度适宜区和高度适宜区的点数量为 7, 15, 14, 8, 10 个;分别在各区域的分布点比例为 12.96%, 27.78%, 25.93%, 14.81%, 18.52%, 表明 MaxEnt 模拟的当前潜在分布区基本可以覆盖当前分布点。由图 2 可见,香果树在华东地区的适宜分布区最北到 31°N 左右,适宜分布区破碎化,最适分布区分布于华东各省山地丘陵区域,主要位于安徽大别山山脉和黄山山脉、福建武夷山脉、江苏宜溧山区、江西赣西北丘陵区域、浙江中南部丘陵山地。

### 2.3 未来气候情景的适生区预测

2040 年前,香果树的适宜分布区和最适分布区显著扩张,一般适宜区、中度适宜区和高度适宜区分



注: A, 当前; B, 当前—2040 年; C, 2040—2060 年; D, 2060—2080 年; E, 2080—2100 年

图 2 香果树当前分布点和 MaxEnt 模型预测不同时期香果树的潜在分布区

布区几乎遍布江西、浙江、安徽黄山等区域,一般适宜区扩张至江苏沿海地区。2040—2060 年期间,香果树的潜在分布区比 2040 年前的分布区减少,一般适宜区显著缩小,高度适宜区缩小至浙江、安徽的丘陵地区等。2060—2080 年期间,香果树的潜在分布区再次缩小,并向北迁移,高度适宜区破碎化分布。2080—2100 年期间,香果树的适宜分布区进一步缩小,分布区较前期更为连续,高度适宜区和中度适宜区几近消失,仅零星存在于大别山山脉、黄山天目山山脉、浙江括苍山一带。

#### 2.4 环境因子分析

由表 2 可知,贡献率和置换重要值排前 3 位的变量均为年降水量 (bio12)、年均温 (bio1) 和平均日温差 (bio2), 累计值分别为 96.5% 和 94.8%。刀切法检测环境变量对于香果树分布增益的贡献, 结果见图 3。仅使用单独变量时, 正则化训练增益和测试增益排前 3 的均为年均温 (bio1)、最湿季均温 (bio8) 和年降水量 (bio12), 而 AUC 值最高的 3 个变量为最湿季均温 (bio8)、年降水量 (bio12) 和最干月降水量 (bio14), 这些变量对训练数据具有较高的匹配性, 且含有较多的有效信息; 使用除此以外的其他变量时, 正则化训练增益下降最多的 3 个变量为年均温 (bio1)、平均日温差 (bio2) 和年降水量 (bio12), 测试增益和 AUC 值下降最多的 3 个变量均为年均温 (bio1)、温度季节变化方差 (bio4) 和年降水量 (bio12), 说明以上变量含有其他变量没有的有效信息。由此可知, 影响华东地区香果树分布的影响因子主要为温度因子 (年均温、平均日温差、最湿季均温、温度季节变化方差) 和降雨因子 (年降水量、最干季降雨量)。

表 2 环境变量及其重要性参数

环境变量	贡献率 (CR) / %	置换重要值 (PI) / %	$RTG_w$	$RTG_o$	$TG_w$	$TG_o$	$AUC_w$	$AUC_o$
bio1	42.7	32.7	0.576 0	0.262 4	0.566 9	0.263 6	0.760 6	0.673 3
bio12	50.7	58.2	0.662 7	0.387 5	0.633 4	0.392 2	0.781 4	0.721 4
bio14	0.5	0.2	0.747 9	0.205 2	0.715 5	0.210 6	0.800 7	0.674 8
bio2	3.1	3.9	0.741 5	0.126 9	0.726 7	0.130 3	0.804 6	0.673 3
bio3	2.5	0.0	0.748 0	0.028 6	0.714 7	0.022 4	0.800 8	0.586 4
bio4	0.3	3.7	0.745 1	0.028 9	0.714 0	0.029 5	0.799 7	0.593 7
bio8	0.3	1.3	0.744 4	0.278 4	0.718 7	0.282 1	0.800 2	0.695 6

注: CR: 贡献率; PI: 置换重要值;  $RTG_w$ : 使用除该变量外所有变量的正则化训练增益;  $RTG_o$ : 单独使用该变量的正则化训练增益;  $TG_w$ : 使用除该变量外所有变量的测试增益;  $TG_o$ : 单独使用该变量的测试增益;  $AUC_w$ : 使用除该变量外所有变量的受试者工作特征曲线下面积;  $AUC_o$ : 单独使用该变量的受试者工作特征曲线下面积

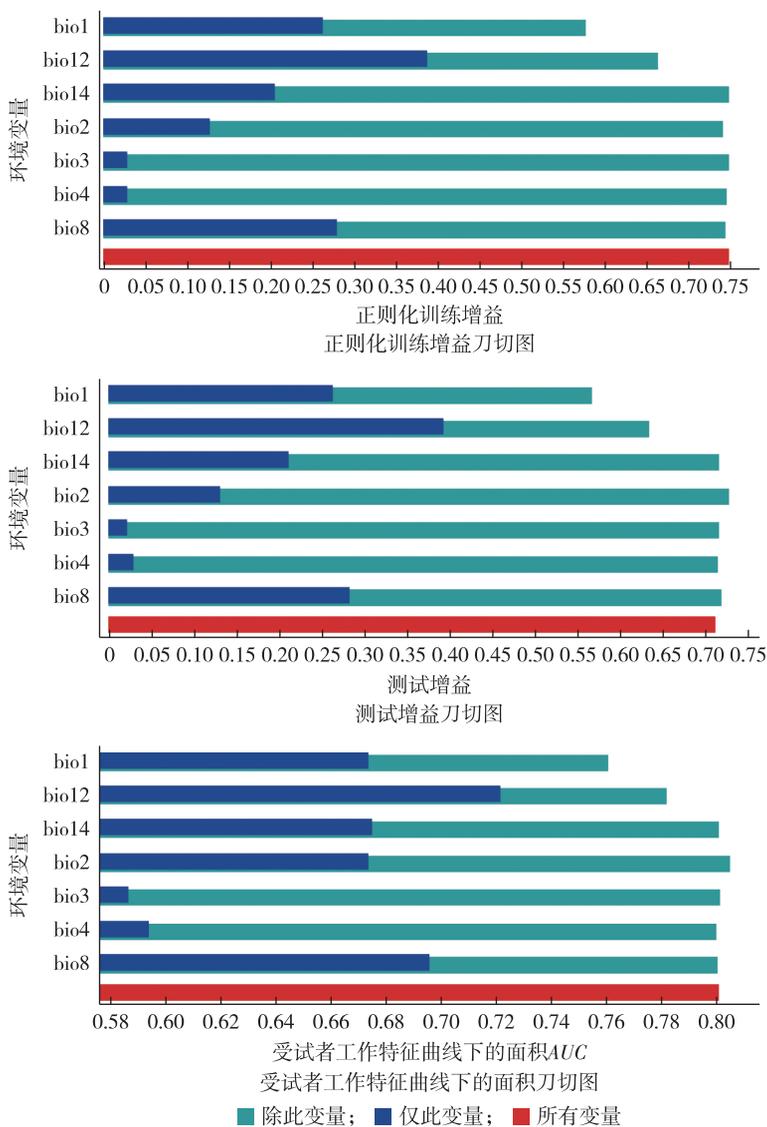


图 3 环境变量重要性的 Jackknife 检验图

### 3 讨论

#### 3.1 香果树潜在分布预测

本研究通过 ENMeval 数据包优化 MaxEnt 参数,与 ArcGIS 技术结合,通过 7 个气候因子对华东地区香果树当前潜在分布区进行预测,MaxEnt 模型检验 AUC 值达到了 0.801,表明该模型预测结果良好。利用 ArcGIS 可视化香果树的分布区,结果表明华东地区香果树的适宜分布区面积较小,中、高度适宜区仅存在于丘陵区域,香果树的分布中心在浙江、江西一带,主要分布于天目山、古田山、大盘山、武夷山脉、井冈山等山坡丘陵地区。与魏俊等<sup>[23]</sup>、张永华<sup>[5]</sup>研究结果一致,在未来气候条件下,香果

树在 2040 年前适宜分布区将扩大,自 2040 年适宜分布区开始加剧压缩,在 2080 年以后,华东地区平原区域几乎不再适宜香果树生长。其中,江苏省境内的分布点值得特别注意,香果树曾被认定在江苏境内绝迹,直到 2015 年在宜溧山区被再次发现<sup>[7-8]</sup>,这一结果也与本研究分布区预测结果一致。由图 2 可知,2040 年前,江苏的适宜分布区范围扩大,宜溧山区逐渐变为中度适宜区,而在 2080—2100 年期间,推测江苏地区的气候条件可能不再适宜香果树生长,建议加大经费投入,积极开展香果树群体生态学 and 人工扩大繁殖等方面研究,避免遗传资源丧失等风险。同时,因地制宜地选择营造香果树人工群落,通过迁地方式对其进行保护。

### 3.2 影响香果树分布的环境因素

影响物种分布的因素除了非生物因素外,还有物种间的互作、物种的迁移能力以及物种或种群对新环境的适应能力<sup>[30]</sup>。本研究中对影响香果树分布的非生物因素进行研究,贡献率、置换重要值和 Jackknife 检验结果综合表明,温度因子(年均温、平均日温差、最湿季均温、温度季节变化方差)和降雨因子(年降水量、最干季降雨量)均限制着香果树的分布。综合来看,年降水量和年均温在结果中出现的频次最高,表明这 2 个因子是影响香果树分布的首要气候因子。香果树群体在华东地区数量偏少,呈碎片化分布,大树随机零散分布而幼树集群分布,群体呈现衰退趋势<sup>[19,31-33]</sup>。同时,华东地区,尤其江苏溧阳地区,香果树种群竞争力弱,曾被认为将被毛竹林取代<sup>[6]</sup>。因此,应综合多方面因素,根据适生区范围的变化趋势对华东地区香果树资源进行动态监测,及时掌握其受威胁状况,同时对天然种群采取迁地保护和就地保护相结合的保护方式,以期为更好地保护香果树种质资源奠定坚实基础。

## 4 结论

本研究通过 MaxEnt 生态位模型结合环境变量,预测香果树在华东地区的适生区及其对气候变化的响应,同时探明影响香果树地理分布的主导环境因子。结果表明华东地区香果树的适宜分布区面积较少,中、高度适宜区仅存在于丘陵区域,分布中心在浙江、江西一带,如天目山、古田山、大盘山、武夷山脉、井冈山等山坡丘陵地区。在未来气候变化情景下,香果树分布对气候变化的响应较为敏感。华东地区香果树在未来 20 a 内分布区将进一步扩张,自 2040 年后迅速缩小,自 2080 年后在平原地区消失。此外,温度因子(年均温、平均日温差、最湿季均温、温度季节变化方差)和降雨因子(年降水量、最干季降雨量)均限制着香果树的分布。因此,建议在香果树适生区建立保护小区实施就地保护,同时进行人工扩大繁殖并实施迁地保护,为香果树资源的保护与利用提供基础。

### 参考文献:

[1] 中国植物志编辑委员会.中国植物志:第 71 卷 第 1 分册[M].北京:科学出版社,1999.  
[2] 张华丽,徐德平,王莹,等.香果树的保护价值及开发利用价

值探讨[J].现代农业科技,2016(2):2.

- [3] 江苏省人民政府.江苏省人民政府关于公布江苏省重点保护野生植物名录(第一批)的通知[J].江苏省人民政府公报,2024(4):5-6.  
[4] 刘军.国家Ⅱ级重点保护植物香果树的保护与利用[J].甘肃科技,2003(10):151-152.  
[5] 张永华.中国特有第三纪孑遗植物香果树(*Emmenopterys henryi*)的亲缘地理学和景观遗传学研究[D].杭州:浙江大学,2016.  
[6] 郝日明,黄致远,刘兴剑,等.中国珍稀濒危保护植物在江苏省的自然分布及其特点[J].生物多样性,2000,8(2):153-162.  
[7] 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.  
[8] 张光富,熊天石,孙婷,等.江苏珍稀濒危植物的多样性、分布及保护[J].生物多样性,2022,30(2):31-40.  
[9] 吴艳,王洪峰,穆立嵩.物种分布模型的研究进展与展望[J].高师理科学刊,2022,42(5):66-70.  
[10] 董欢,秦培元,焦雪婷.基于 WOS 与 CNKI 数据库的三种生态位模型文献计量比较分析[J].井冈山大学学报(自然科学版),2024,45(2):80-90.  
[11] PHILLIPS S J, ANDERSON R P, SCHAPIRE R E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions[J]. Ecological Modelling, 2006, 190(3-4):231-259.  
[12] PHILLIPS S J, DUDÍK M. Modeling of species distributions with Maxent; new extensions and a comprehensive evaluation[J]. Ecography, 2008, 31(2):161-175.  
[13] 郭连金,李梅,林盛.香果树种群开花物候、生殖构件特征及其影响因子分析[J].林业科学研究,2015,28(6):788-796.  
[14] 郭连金,杜佳朋,吴艳萍,等.香果树实生苗的光合特性及其与环境因子的关系[J].应用生态学报,2017,28(5):1473-1481.  
[15] 李冬林,王火,江浩,等.遮光对香果树幼苗光合特性及叶片解剖结构的影响[J].生态学报,2019,39(24):9089-9100.  
[16] LI J M, JIN Z X. Genetic structure of endangered *Emmenopterys henryi* Oliv. based on ISSR polymorphism and implications for its conservation[J]. Genetica 2008, 133(3):227-234.  
[17] ZHANG Y H, WANG I J, COMES H P, et al. Contributions of historical and contemporary geographic and environmental factors to phylogeographic structure in a Tertiary relict species, *Emmenopterys henryi* (Rubiaceae)[J]. Scientific Reports, 2016, 6(1):1-14.  
[18] 彭仙丽,李莉,张光富,等.苏南山区 5 个斑块香果树群落物种组成及多样性特征[J].植物资源与环境学报,2017,26(4):93-100.  
[19] 康华靖,陈子林,刘鹏,等.大盘山自然保护区香果树种群结构与分布格局[J].生态学报,2007,27(1):389-396.  
[20] 金雅琴,陶积松,王德满,等.河南连康山自然保护区香果树种群结构与分布格局研究[J].生态与农村环境学报,2022,38(1):52-60.  
[21] 郭连金,李梅.濒危植物香果树武夷山种群分布格局的分形分析[J].西北植物学报,2009,29(5):1033-1039.  
[22] 唐自豪,刘贤安,彭培好,等.末次冰盛期以来香果树潜在地理

- 分布格局变迁[J].生态学报,2023,43(8):3339-3347.
- [23] 魏俊,朱坤,陈文德,等.基于 Maxent 模型的西南地区香果树地理分布预测研究[J].中国野生植物资源,2021,40(8):86-95.
- [24] PHILLIPS S J, ANDERSON R P, DUDÍK M, et al. Opening the black box: An open-source release of Maxent [J]. *Ecography*, 2017, 40(7):887-893.
- [25] 王璐,许晓岗,李垚.末次盛冰期以来陀螺果潜在地理分布格局变迁预测[J].生态学杂志,2018,37(1):278-286.
- [26] MUSCARELLA R, GALANTE P J, SOLEY-GUARDIA M, et al. ENM eval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models[J]. *Methods in Ecology and Evolution*, 2014, 5(11):1198-1205.
- [27] AKAIKE H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle[M]//Selected papers of hirotugu akaike. New York, NY: Springer New York, 1998:199-213.
- [28] 李垚,张兴旺,方炎明.小叶栎分布格局对末次盛冰期以来气候变化的响应[J].植物生态学报,2016,40(11):1164-1178.
- [29] 王璐,吴秀萍,李垚,等.北美银钟花在中国的适宜栽培区研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(5):10-16.
- [30] PIMM S L, JENKINS C N, ABELL R, et al. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection [J]. *Science*, 2014, 344(6187), 1246752.
- [31] 金则新.浙江天台山落叶阔叶林优势种群结构与动态分析[J].浙江农林大学学报,2001,18(3):245-251.
- [32] 杨开军.稀有植物香果树的保护生物学初步研究[D].芜湖:安徽师范大学,2007.
- [33] 郭连金.濒危植物香果树 (*Emmenopterys henryi*) 种群结构与动态[J].武汉植物学研究,2009,27(5):509-514.

## · 征订启事 ·

### 欢迎订阅 2024 年度《江苏林业科技》

《江苏林业科技》为国内外公开发行的综合性林业科学技术刊物。1974 年创刊。为科学引文数据库 (SCD) 和“中国应用型期刊”入库期刊、《中国学术期刊(网络版)》入编期刊、全国优秀期刊、江苏省优秀期刊、全国优秀农业期刊、华东地区优秀期刊。加入“万方数据——数字化期刊群”和中国期刊网等。

《江苏林业科技》主要刊登良种选育、育苗造林、园林绿化、林副特产、森林经营、森林保护、调查设计、野生动物等方面的学术论文、科研报告、经验总结,以及林业新成果、新技术,有较强的指导性、技术性、实用性,是林业科研、教学工作者、管理部门及广大林业生产者不可少的参考资料。欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎刊登广告,宣传产品等。

《江苏林业科技》为双月刊,大 16 开本,国内外公开发行。国内统一刊号:CN 32-1236/S,国际标准刊号:ISSN 1001-7380,每期定价 15.00 元,全年订费 90.00 元。全年办理订阅手续,需订阅者请到当地邮局订阅或将订款汇至南京市江宁区东善桥江苏省林业科学研究院本刊编辑部,邮政编码 211153。电话(025) 52745438,83602820,83602060。由银行或邮局汇寄均可。开户银行:中国农业银行南京金鹰支行,户名:江苏省林业科学研究院,帐号:10105101040000010。邮发代号:28-303。