

中国栗属地理分布格局及红色名录评估

潘靖宜,周花瑶,李 蒙

(南京林业大学生命科学学院,江苏 南京 210037)

摘要:为了保护 and 利用栗属野生资源,对栗属地理分布格局进行研究。基于植物志,中国数字植物标本馆(CVH)和全球生物多样性信息网络(GBIF),统计中国各省对应的栗属物种数目,结合最新研究发表的论文专著等完成中国现有栗属物种地理分布图。中国栗属物种分布中心位于中南部,其中四川省、贵州省、湖南省、湖北省、江西省和浙江省的分布较多。锥栗分布区包括四川、云南在内等15个省,集中分布在四川、湖南和江西3个省;茅栗分布区包括甘肃、四川、云南在内等17个省(直辖市),集中分布在浙江和江西2个省;中国板栗分布区包括西藏、甘肃、四川等27个省(直辖市),集中分布在四川、陕西、湖北、重庆和贵州5个省;引种栽培的欧洲栗和日本栗分布区域较少,欧洲栗分布在四川和上海2个省(直辖市),日本栗引种栽培分布区包括云南、广西、山东等8个省,在山东省分布最多。根据空间尺度要求筛选数据,通过GeoCAT对中国栗属物种进行红色名录评估,为中国栗属的多样性研究提供重要数据。结果表明,栗属植物集中分布在我国西南、华中、华东地区,在华南和华北地区分布较少且呈零星状分布,在西北和东北地区几乎没有分布;中国栗属物种的评估结果均为无危(LC),不存在受威胁物种。

关键词:栗属;地理分布格局;红色名录;评估;中国

中图分类号:Q948.5;S664.2;S792.17 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2024.01.005

Assessment of the geographical distribution pattern and the Red List of *Castanea* in China

Pan Jingyi, Zhou Huayao, Li Meng

(College of Life Science, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: To protect and utilize the wild resources of *Castanea*, the geographical distribution pattern should be studied. Based on Flora, China Digital Herbarium(CVH) and Global Biodiversity Information Network(GBIF), the number of *Castanea* species was counted corresponding to each province in China, and the latest research published papers and monographs was applied to complete the geographical distribution map of existing chestnut species in China. The distribution center of *Castanea* species in China is in the central and southern parts of China, with more species distributed in Sichuan, Guizhou, Hunan, Hubei, Jiangxi and Zhejiang provinces. The distribution area of *C. henryi* covers 15 provinces including Sichuan and Yunnan, especially concentrated in Sichuan, Hunan, and Jiangxi; the distribution area of *C. seguinii* covers 17 provinces(municipalities) including Gansu, Sichuan, and Yunnan, especially concentrated in Zhejiang and Jiangxi; *C. mollissima* distribution areas covers Tibet, Gansu, Sichuan, totally 27 provinces(municipalities), concentrated in 5 provinces of Sichuan, Shanxi, Hubei, Chongqing and Guizhou; the introduced *C. sativa* and *C. crenata* are distributed in relatively few areas. *C. crenata* is distributed in 2 provinces(municipalities), i.e. Sichuan and Shanghai. *C. sativa* is cultivated in 8 provinces, including Yunnan, Guangxi and Shandong, with the largest distribution in Shandong. Data were filtered according to spatial scale requirements, and Red List assessment of Chinese *Castanea* species was conducted through GeoCAT, in order to provide important data for the diversity research of Chinese *Castanea*. The results show that *Castanea* plants are concentrated in Southwest, Central and East China, less and sporadically distributed in South and North China,

收稿日期:2023-11-13;修回日期:2023-12-18

作者简介:潘靖宜(1999-),广西北海人,硕士研究生。主要研究方向为本木植物遗传转化。E-mail:pjy0325@njfu.edu.cn

and almost non-existent in the Northwest and Northeast regions. The assessment results of the species of *Castanea* in China are non-threatened (LC), meaning no threatened species present.

Key words: *Castanea*; Geographical distribution; Red List; Assessment; China

栗属 (*Castanea*) 隶属于壳斗科, 物种数较少, 全球约有 7 种^[1], 广泛分布于北半球温带及亚热带。4 个种分布在亚洲, 其中, 中国占 3 种, 为锥栗 (*C. henryi*)、茅栗 (*C. seguinii*) 和中国板栗 (*C. mollissima*), 另外一个亚洲分布种为日本栗 (*C. crenata*), 主要分布在日本及朝鲜半岛。美洲榛果栗 (*C. pumila*) 和美洲栗 (*C. dentata*) 分布于北美洲。欧洲大陆仅分布 1 种, 为欧洲栗 (*C. sativa*)^[2]。基于现有的栗属种的等位酶遗传多样性研究结果, 中国板栗是世界栗属植物的原始种, 中国大陆是栗属植物的遗传多样性中心^[3-5]。栗属植物具有重要的经济价值, 中国板栗常被作为商业化经济栽培的主要物种^[6]。其他栗属物种被人工栽培利用较少。

近年来, 生物多样性保护逐渐受到重视, 物种地理分布格局研究在生物多样性保护中起到基础作用, 且“3S”技术及一些新的空间分析方法被广泛使用于大尺度的植物地理分布格局研究。为了在全球气候变化的背景下探究栗属的分布现状及规律, 在此基础上实现对其物种多样性的有效保护, 同时依据地理分布信息制定栗属可持续利用发展方针, 研究栗属物种的地理分布格局成为当务之急。通过查阅中国植物志及前人研究发现, 栗属斑块丰富度较低, 但分布地区跨度大且分布较为分散, 在亚热带地区分布较为均匀^[7]。对于中国栗属物种分布空间尺度的分析, 刘国华等认为锥栗大致表现为沿西北方向至东南方向分布区高度逐渐降低, 但变化幅度不高; 板栗和茅栗在分布范围的高度上从东向西逐渐升高, 尤其在大陆西边的升高趋势较为明显^[8]。中国现有栗属除了本土物种板栗, 锥栗和茅栗外, 也分布外来引种栽培的欧洲栗和日本栗, 但尚未有对现有栗属全部物种进行评估并整合更新数据的报道, 因而本研究将对中国现有栗属的地理分布格局进行研究, 绘制地理分布图。红色名录评估是生物多样性保护的基础性任务, 为确定优先保护目标提供指导, IUCN (International Union for Conservation of Nature) 濒危物种红色名录与国家濒危物种红色名录都是物种灭绝风险的测量尺度, IUCN 濒危物种红色名录预警了全球物种的濒危状况, 也是目前最被认可的评估依据。《IUCN 物种红

色名录濒危等级和标准 3.1 版》列出了 5 条标准 A, B, C, D, E, IUCN 评价体系设置了一些数量参数, 如物种种群动态 (标准 A), 分布区面积和占有面积 (标准 B 和 D)、成熟个体数量 (标准 A, B, C 和 D)、世代 (标准 A, C 和 E)、定量分析 (标准 E)、居群活力等, 根据实际情况, 采用不同的评估标准, 通过观测或推测这些数据用于评估各种生物的濒危状况。本研究同时将基于数据库中国栗属现有数据, 结合栗属分布情况, 使用 B 标准对中国栗属物种进行红色名录评估, 为中国栗属的保护和利用提供参考。

1 数据与方法

1.1 数据获取

栗属物种名称信息来源于植物志、专著、文献期刊及在线数据库等, 本研究涉及到的主要数据库有中国植物志 (<https://www.iplant.cn/frps/>)、中国数字植物标本馆 CVH (<https://www.cvh.ac.cn/>)、台湾本土植物资料库 (<http://www.hast.biodiv.tw/Specimens/specimenQueryC.aspx/>)、台湾植物咨询整合查询系统 (<https://tai2.ntu.edu.tw/index>)、Flora of China (<http://www.efloras.org/>)、Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>)、The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>)、Royal Botanic Gardens Kew (<http://www.kew.org/>)、Tropicos (<http://www.tropicos.org/Home.aspx/>)、Species Assessment and Protection (<http://protection.especies.cn/>)

1.2 研究方法

1.2.1 建立地理分布数据库 本研究共从 CVH 及 GBIF 下载中国栗属数据 9 490 条, 整理物种编目时将 CVH、Tropicos 等数据库网站中记载的中国栗属物种分布与已获数据进行汇总, 并结合收集到的文献和志书里的分布地描述对分布信息进行修改和补充, 最终得到栗属物种植物的地理分布数据库。

1.2.2 绘制地理分布图 基于中国栗属植物标本点数据和地理分布数据库信息, 利用 Arcgis10.8 绘制中国栗属植物的地理分布图。统计中国各省对应的栗属物种数目; 中国省级边界的图层从中国科学院资源环境科学与数据中心 (<http://>

www.resdc.cn/Default.aspx) 下载。

1.2.3 评估红色目录 本研究采用的 IUCN 的评估等级有 CR(极危)、EN(濒危)、VU(易危)、NT(近危)、LC(无危)、DD(数据缺乏),物种评估等级为 CR、EN、VU 表示为受威胁物种,NT、LC 等级表示物种暂时不受威胁,DD 不属于濒危等级,仅代表 1 种分类,IUCN(3.1 版本)列出 A、B、C、D、E 5 条标准,其中 B 标准即利用 EOO(Extent of Occurrence,分布区面积)或 AOO(Areas of Occupancy,占有面积)对物种濒危等级进行评估^[9]。在没有足够种群状态、成熟个体数等资料的条件下,可通过 AOO、EOO 的计算结果,依据 B1(分布区)和 B2(占有面积)标准对物种濒危等级进行评估^[10]。EOO 指包括某个分类群内已知、推测或预测的所有分布点的最短连续区域(包括家乡边界)的面积^[11]。EOO 常使用最小凸边形的方法进行计算,但不将明显不适合评估对象生存的区域列入计算范围。AOO 是指在分布区内物种的实际占有面积,其大小和空间尺度有密切的关系^[10]。IUCN 推荐的空间尺度大小是 2 km×2 km^[12],同时也有使用 10 km×10 km 网格大小的案例^[13]。Callmender 等认为,3 km×3 km 网格大小的面积最接近 IUCN 中 B2 标准 CR 等级的临界值(10 km²),在采样频率不高的情况下会比 2 km×2 km 的网格大小更加合适^[14]。

中国栗属的物种极少,且物种采样频率不高,下载的标本数据中采集时间跨度较大,因此选用 3 km×3 km 网格大小的评估结果最为合适。同时采用 1 km×1 km,2 km×2 km,3 km×3 km,4 km×4 km 和 10 km×10 km 网格大小的评估结果作为参考。将整合好的物种分布数据导入英国邱园的 Bachman 等发布的 GeoCAT^[15],直接自动计算得到 EOO、AOO 的数值和评估结果,并比较分析各不同网格尺寸的结果差异。

2 结果与分析

2.1 地理分布格局

栗属植物在我国分布广泛,通过标本数据绘制可得地理分布图(图 1-A)。栗属植物的分布横跨 5 个气候带,在亚热带气候区分布最多,自西向东,分布跨越 3 个地势阶梯;由北向南,分布集中区偏大陆南部。中国栗属物种分布中心位于中南部,其中四川省、贵州省、湖南省、湖北省、江西省和浙江省分布较多。据 CVH 及 GBIF 下载的物种数据分析,中

国现有栗属植物有 5 种,其中锥栗和茅栗为野生种,中国板栗为人工栽培种,日本栗和欧洲栗为引进栽培种。图 1 各物种分布中的每 1 个分布点都代表该物种分布的 1 个可靠的经纬度坐标,点越密集,反映该物种在该省(直辖市、区)的分布地越多;用 3 种颜色代表该省(直辖市、区)该物种的有效标本数量,划分为 3 个等级:1—30,31—83,84—151;随着颜色的加深,标本数量逐渐增多,采用自然断点法对其进行分类。

锥栗地理分布图(如图 1-B)显示锥栗在我国分布区由西向东包括四川、云南、陕西、重庆、贵州、广西、湖南、湖北、河南、广东、江西、安徽、江苏、浙江和福建共计 15 个省。锥栗主要集中分布地是四川、湖南和江西 3 个省,锥栗最南端分布地在广西钦县的前十万大山(108.1°E,22.0°N,凭证标本 IBSC-0029465),最北端在河南辉县的关山地质公园(113.6°E,35.6°N,凭证标本 HENU-1902775),最东端在浙江镇海区的瑞岩寺后山(121.9°E,29.8°N,凭证标本 PE-00125697),最西端在云南的无量山中(100.9°E,24.4°N,凭证标本 KUN-449559)。锥栗的分布区大致在热带至亚热带过渡到暖温带的区域,亚热带区分布密集,热带和暖温带区分布相对较少,且少部分分布在高原气候区。

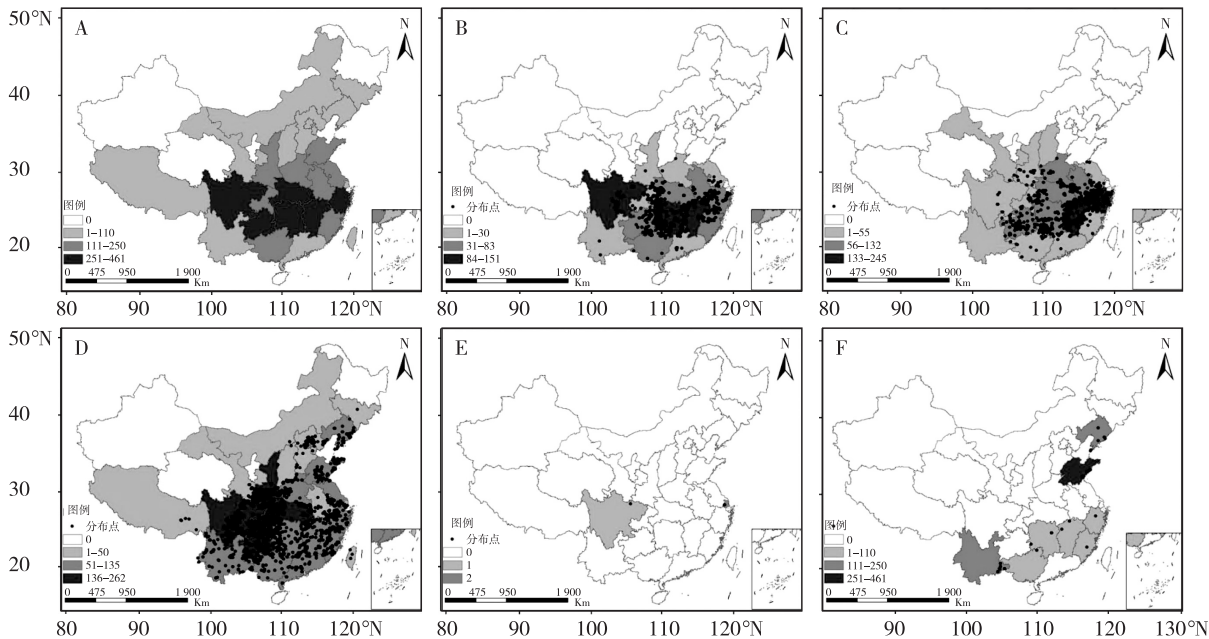
茅栗的地理分布图(如图 1-C)显示茅栗在我国分布区由西向东包括甘肃、四川、云南、陕西、重庆、贵州、广西、湖南、湖北、山西、河南、广东、江西、安徽、江苏、浙江和福建共计 17 个省(直辖市)。其主要集中分布地位于浙江和江西 2 个省。茅栗最南端分布地在广西宁明县的派阳山林场(107.1°E,22.2°N,凭证标本 GXMG-0166787),最北端在河南辉县的关山地质公园(113.6°E,35.6°N,凭证标本 HENU-1902284),最东端在浙江定海区(122.1°E,30.1°N,凭证标本 SYS-00055067),最西端在四川的峨眉山中(103.4°E,29.5°N,凭证标本 PE-00163011)。从整体上看,茅栗的分布区大致在亚热带过渡到暖温带的区域,在亚热带区域分布密集,暖温带区和高原气候区分布相对较少。

中国板栗在我国分布区(如图 1-D)由西向东包括西藏、甘肃、四川、云南、内蒙古、陕西、重庆、贵州、广西、湖南、湖北、山西、河南、河北、北京、天津、山东、安徽、江西、广东、江苏、上海、浙江、福建、辽宁、吉林和台湾,共计 27 个省(直辖市)。其主要集中分布地是四川、陕西、湖北、重庆和贵州 5 个省。

中国板栗最南端分布地在广东湛江市的平岭山 (110.3°E, 21.2°N, 凭证标本 SHM-0005172), 最北端和最东端均在吉林的丰满区 (126.8°E, 43.7°N, 凭证标本 PE-00125937), 最西端在西藏的林芝县 (94.4°E, 29.6°N, 凭证标本 NAS-00004161)。因此, 从整体上看, 中国板栗的大致集中分布在热带、亚热带和暖温带, 且在亚热带区分布较均匀, 极少部分分布在高原气候区和中温带。

至于引种栽培的欧洲栗和日本栗, 欧洲栗 (如图 1-E) 和日本栗 (如图 1-F) 地理分布格局图显示,

与锥栗、茅栗、中国板栗相比, 在我国分布区域较少。欧洲栗在我国分布区仅包括四川和上海 2 个省 (直辖市), 分别在其广元区和佘山引种栽培, 但引种数量极少。日本栗在我国的引种栽培分布区由西向东包括云南、广西、湖南、江西、福建、浙江、山东和辽宁, 共计 8 个省。在山东省分布最多, 其次是云南和辽宁省, 在各分布区引种栽培数量少且分布地单一, 如湖南省仅有长沙市进行栽培, 江西仅在在庐山植物园内栽培等。日本栗在中国大陆引种栽培分布地较为分散, 不具有一定的分布规律。



A 中国本土栗属; B 锥栗; C 茅栗; D 中国板栗; E 欧洲栗; F 日本栗

图 1 中国现有栗属地理分布

2.2 红色名录评估

本研究对本土栗属的 3 个种进行了红色名录评估, 分别选取了 1 km×1 km, 2 km×2 km, 3 km×3 km、

4 km×4 km, 10 km×10 km 5 种不同的网格尺寸, EOO, AOO 的计算结果见表 1。对结果进行分析统计, 栗属各评估等级下的物种数目和所占比例见表 2。

表 1 EOO、AOO 与评估结果

接受名	EOO/km ²	AOO/km ²					评估结果	前人结果	最终结果
		1×1	2×2	3×3	4×4	10×10			
<i>Castanea mollissima</i>	4 658 897.536	2 093	7 520	15 723	26 416	136 300	LC	LC	LC
<i>C. seguinii</i>	1 979 015.683	998	3 468	7 290	11 840	61 100	LC	—	LC
<i>C. henryi</i>	2 062 310.044	699	2 464	5 121	8 592	44 200	LC	—	LC

表 2 的统计结果显示, 中国栗属仅在 1 km×1 km 网格尺寸下存在受威胁的情景, 易危物种数为 2, 比例为 66.7%, 无危和近危 (即暂时不受到威胁)

物种数总和为 1, 比例仅占 33.3%。而在其余较大的网格尺寸下均无受威胁物种, 2 km×2 km 网格尺寸下存在近危物种数 2, 无危物种数 1, 物种受威胁

比例为 0,与本文采用的 3 km×3 km 网格尺寸下的物种受威胁比例一致,但在 3 km×3 km 的网格尺寸下,中国栗属的 3 个种的评估结果均为无危,与 4 km×4 km、10 km×10 km 网格尺寸下物种濒危等级的评估结果一致。

表 2 使用 5 种网格大小时栗属
各评估等级下的物种数目及比例

网格尺寸/ (km×km)	红色名录等级				受威胁 (极危+ 濒危+易危)
	极危	濒危	易危	近危+无危	
1×1	0	0	2(66.7%)	1(33.3%)	2(66.7%)
2×2	0	0	0	3(100%)	0
3×3	0	0	0	3(100%)	0
4×4	0	0	0	3(100%)	0
10×10	0	0	0	3(100%)	0

3 结论与讨论

我国栗属资源分布广,北至吉林(北纬 40°),南至海南岛(北纬 18°),跨越寒温带、温带、亚热带^[16],自然资源极为丰富。本研究通过对 CVH 及 GBIF 等在线数据库中收录的中国栗属数据进行分析,基本探究出中国现有栗属的地理分布格局。探究结果显示,中国栗属分布集中在西南、华中、华东地区,在华南和华北地区分布较少且呈零散分布,与前人研究结果基本符合。目前中国分布的栗属有 5 种,锥栗、茅栗、中国板栗和引种栽培的日本栗和欧洲栗。锥栗、茅栗和中国板栗的地理分布有部分重叠区域,主要在江苏、浙江、安徽、福建、江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州、云南和陕西这 15 个省,基本处于亚热带地区。在这 3 个物种间,锥栗和茅栗的分布范围相似,近椭圆形,且集中分布在中国南部,但不同的是茅栗分布最多的区域为华东南部;锥栗分布最多的区域则在华中南部、华东西部和四川,较之茅栗的分布集中区偏西。因而,在中国亚热带地区的中西部为锥栗的生境适宜区,亚热带地区的东部为茅栗的生境适宜区,中国西南中北部地区和华中中部地区为中国板栗的生境适宜区。欧洲栗引种栽培数极少,日本栗引种栽培数相对欧洲栗较多,在山东省栽培量最多。

IUCN 提出将同一类群的不同版本的红色名录评估结果进行比较^[17],通过结果比较,分析该类群的濒危等级变化,识别濒危等级快速变化的区域或生态系统并查清原因,为保护生物多样性提供科学

依据。截止至 2022 年 1 月 1 日,IUCN Red list 收录中国栗属物种仅 1 种,即板栗,评估使用 3.1 版本标准,评估结果为无危(LC),其余 2 种栗属物种未予评估(NE)^[12]。本研究对中国本土栗属的 3 个种选用了 1 km×1 km、2 km×2 km、3 km×3 km、4 km×4 km、10 km×10 km 5 种不同的网格尺寸进行红色名录评估。通过与 IUCN 的评估结果比较发现,中国板栗的濒危等级与 IUCN Red list 评估结果一致,为无危(LC);锥栗与茅栗的评估结果也为无危(LC),与前人的评估结果(NE)不同。结果差异的原因是不具备充分的野外调查数据和使用不同的评估标准。结合 IUCN 评估结果,中国板栗、锥栗和茅栗 3 个物种的最终评估结果均为“无危”(LC),中国栗属受威胁物种为 0。

根据中国科学院 2013 年 9 月发表的《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》评估报告显示,经过红色名录评估的中国栗属植物仅 1 种;《IUCN 物种红色名录濒危等级和标准 3.1 版》也仅收录中国板栗的评估结果。此前并没有通过网络数据库的坐标等信息对中国栗属全部物种进行评估并整合更新数据的报道。本文从 CVH 及 GBIF 等在线数据库下载中国栗属标本数据,结合栗属专著文献和志书作分析补充,完成地理分布图的绘制,得出了中国现有栗属物种分布范围。对《IUCN 物种红色名录濒危等级和标准 3.1 版》未予评估的锥栗与茅栗进行了评估结果的补充,同时利用整合得到的中国栗属标本数据,对栗属的 3 个种进行了濒危等级评估,是对中国栗属物种红色名录的补充。但本文数据来源于在线数据库,实际情况可能与评估结果有所差异,在对栗属保护和开发时还需进一步的野外调查和数据补充。

参考文献:

[1] RUTTER P A, MILLER G, PAYNE J A, et al. Genetic resources of temperate fruit and nut crops [M]. Wageningen. The Netherlands: The International Society for Horticultural Science, 1990.

[2] 黄宏文.从世界栗属植物研究的现状看中国栗属资源保护的重要性[J]. 武汉植物学研究, 1998, 16(2): 171-176.

[3] HUANG H, DANE F, KUBISIAK T. Allozyme and RAPD analysis of the genetic diversity and geographic variation in wild populations of the American chestnut (Fagaceae) [J]. American Journal of Botany, 1998, 85(7): 1013.

[4] HUANG H, DANE F, NORTON J D. Allozyme diversity in Chinese, Seguin and American chestnut (*Castanea* spp.) [J]. Theoretical and Applied Genetics 1994, 88(8): 981-985.

- [5] HUANG H, DANE F, NORTON J D. Genetic analysis of 11 polymorphic isozyme loci in chestnut species and characterization of chestnut cultivars by multi-locus allozyme genotypes[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1994, 119(4): 840-849.
- [6] 张宇和,王福堂,高新一,等. 板栗[M]. 北京:中国林业出版社, 1987.
- [7] 邱丽氟,常 虹,路丹桂,等.中国壳斗科植物属的空间多样性格局及其指标研究[J]. 西北植物学报, 2018, 38(4): 761-769.
- [8] 刘国华,方精云.我国栗属物种(*Castanea millissima*)地理分布及其空间特征分析[J].生态学报, 2001, 21(1): 164-170.
- [9] DE KOK R. A revision of *Cryptocarya* (Lauraceae) from Thailand and Indochina[J]. Gardens' Bulletin Singapore, 2015, 67: 309-350.
- [10] IUCN Standards and Petitions Subcommittee. Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria; Version 13[S]. Gland, Switzerland and Cambridge: IUCN, 2017.
- [11] 汪 松,解 焱.中国物种红色名录[M].北京:高等教育出版社, 2004.
- [12] IUCN red list categories and criteria; Version 3.1[S]. Gland, Switzerland and Cambridge: IUCN, 2012.
- [13] SCHATZ G E, BIRKINSHAW C, LOWRY II P P, et al. The endemic plant families of Madagascar Project: Integrating taxonomy and conservation[M]. Paris: Memoires de la Societe de Biogeographie, 2000: 11-24.
- [14] CALLMANDER M W, SCHATZ G E, LOWRY P P, et al. Identification of priority areas for plant conservation in Madagascar using Red List criteria: rare and threatened Pandanaceae indicate sites in need of protection[J]. Oryx, 2007, 41(2): 168-176.
- [15] BACHMAN S, MOAT J, HILL A W, et al. Supporting red list threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool[J]. Zookeys, 2011(150): 117-126.
- [16] 乔婧芬,杜 浩.我国板栗生产存在的问题及可持续发展对策[J]. 现代农业科技, 2010(23): 351-352.
- [17] BUBB P J, BUTCHART S H M, COLLEN B. IUCN Red List Index—Guidance for national and regional use[S]. Gland and Switzerland: IUCN, 2009.

(上接第23页)

- [19] 李 亚,姚 淦,曾 虹,等.江苏沿江生态防护林树种评价体系的建立与树种的初步筛选[J].植物资源与环境学报, 2010, 19(3): 73-78.
- [20] 褚 超.浙北平原生态河道绿化树种筛选与应用示范研究[D].杭州:浙江农林大学, 2017.
- [21] 徐 庆,潘云芬,程元启,等.安徽升金湖淡水森林湿地适生树种筛选[J].林业科学, 2008, 44(12): 7-14.
- [22] 朴凤安,彭卫平,彭镇华.利用植物他感作用灭螺效果的研究[J].应用生态学报, 1996, 7(4): 407-410.
- [23] 张 敏,黄利斌,徐福元.5种滩地造林树种水浸液灭螺效果初步研究[J].江苏林业科技, 2010, 37(1): 5-8.
- [24] 方建民,孙启祥,徐 庆,等.滩地造林抑螺防病好树种——枫香[J].安徽林业科技, 2017, 43(2): 7-13.