

# 中国特有种川榛的地理分布格局与气候环境因子的关系分析

王陆军<sup>1,2</sup>, 赵天田<sup>1</sup>, 马庆华<sup>1</sup>, 肖正东<sup>2</sup>, 王贵禧<sup>1,①</sup>

(1. 中国林业科学研究院林业研究所 国家林业局林木培育重点实验室 林木遗传育种国家重点实验室, 北京 100091;

2. 安徽省林业科学研究院, 安徽 合肥 230031)

**摘要:** 采用查询资料和实地调查相结合的方法, 收集中国特有种川榛(*Corylus kweichowensis* Hu) 的地理分布资料以及各分布区的气象数据; 利用 Kira 温暖指数、Kira 寒冷指数、徐文铎湿度指数、Holdrige 生物温度、Holdrige 可能蒸散率和 Holdrige 可能蒸散量对川榛地理分布格局与气候水热指标的关系进行研究; 并采用主成分分析法对影响川榛分布的气候水热指标进行了分析。结果表明: 川榛分布于中国的 15 个省(自治区、直辖市), 水平分布范围为东经 102°06′~121°59′、北纬 25°11′~37°38′, 分布的最北端和最东端均位于山东省牟平县, 最南端和最西端分别位于贵州省安龙县和四川省泸定县; 垂直分布海拔为 300~2 500 m, 集中分布海拔为 500~1 000 m, 主要分布于秦岭、伏牛山、大别山和大巴山等山系。川榛分布区的年均温、Kira 温暖指数、年降水量和 Holdrige 生物温度的最适范围分别为 11.24 °C~17.72 °C、91.53 °C·月<sup>-1</sup>~149.24 °C·月<sup>-1</sup>、596.38~1 601.75 mm 和 11.66 °C~17.54 °C, Kira 寒冷指数、徐文铎湿度指数、年空气相对湿度、Holdrige 可能蒸散量和 Holdrige 可能蒸散率的均值分别为 -6.73 °C·月<sup>-1</sup>、9.11、74.81%、860.25 mm 和 0.89, 其分布南界和北界的 Kira 温暖指数、Kira 寒冷指数和年降水量的范围分别为 62.90 °C·月<sup>-1</sup>~169.10 °C·月<sup>-1</sup>、-39.90 °C·月<sup>-1</sup>~-1.10 °C·月<sup>-1</sup> 和 425.50~2 058.20 mm; 按照 Holdrige 分类系统, 川榛属于暖温带和亚热带湿润森林生命地带类型中的树种, 生态适应性较广。主成分分析结果表明: 限制川榛地理分布的气候水热条件由高到低依次为低温条件、高温条件、湿度条件, 因此, 园艺化栽培川榛时可首先考虑 1 月均温、Kira 寒冷指数、极端低温、无霜期和年均温等因素。

**关键词:** 中国特有种; 川榛; 地理分布; 气象因子; 水热指标

中图分类号: Q948.2; Q949.736.2; S664.4 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)01-0077-07

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.01.10

**Analysis on relationship between geographical distribution pattern of Chinese endemic species *Corylus kweichowensis* and climatic environmental factors** WANG Lujun<sup>1,2</sup>, ZHAO Tiantian<sup>1</sup>, MA Qinghua<sup>1</sup>, XIAO Zhengdong<sup>2</sup>, WANG Guixi<sup>1,①</sup> (1. Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation of State Forestry Administration, State Key Laboratory of Tree Genetics and Breeding, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Anhui Academy of Forestry, Hefei 230031, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(1): 77-83

**Abstract:** Geographical distribution data of Chinese endemic species *Corylus kweichowensis* Hu and meteorological data in its distribution area were collected by combined methods of literature investigation and filed survey; relationship between geographical distribution pattern of *C. kweichowensis* and climatic water-temperature indexes was studied by Kira's warmth index, Kira's coldness index, Xu's humidity index, Holdrige's biological temperature, Holdrige's potential evapotranspiration rate and Holdrige's potential evapotranspiration; climatic water-temperature indexes which influence distribution of *C.*

收稿日期: 2016-07-11

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2017ZA004-9); 国家自然科学基金资助项目(31500555); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2016QB003)

作者简介: 王陆军(1984—), 男, 安徽凤阳人, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事经济林栽培及育种方面的研究。

①通信作者 E-mail: wanggx0114@126.com

*kweichowensis* were analyzed by principal component analysis. The results show that *C. kweichowensis* distributes in 15 provinces (autonomous regions, municipalities) of China, its horizontal distribution range is the area of east longitude 102°06′–121°59′ and north latitude 25°11′–37°38′. Its northernmost and easternmost distribution boundaries both locate in Muping County of Shandong Province, while its southernmost and westernmost boundaries locate in Anlong County of Guizhou Province and Luding County of Sichuan Province, respectively. Its vertical distribution elevation is 300–2 500 m with the concentrated distribution elevation 500–1 000 m, and *C. kweichowensis* is mainly distributed in Qinling Mountains, Funiu Mountain, Dabie Mountains and Daba Mountains, etc. The optimum ranges of annual mean temperature, Kira's warmth index, annual precipitation and Holdrige's biological temperature in distribution area of *C. kweichowensis* are 11.24 °C – 17.72 °C, 91.53 °C · month<sup>-1</sup> – 149.24 °C · month<sup>-1</sup>, 596.38–1 601.75 mm and 11.66 °C – 17.54 °C, respectively; mean values of Kira's coldness index, Xu's humidity index, annual air relative humidity, Holdrige's potential evapotranspiration and Holdrige's potential evapotranspiration rate are -6.73 °C · month<sup>-1</sup>, 9.11, 74.81%, 860.25 mm and 0.89, respectively; ranges of Kira's warmth index, Kira's coldness index and annual precipitation of its south and north distribution boundaries are 62.90 °C · month<sup>-1</sup> – 169.10 °C · month<sup>-1</sup>, -39.90 °C · month<sup>-1</sup> – -1.10 °C · month<sup>-1</sup> and 425.50 – 2 058.20 mm, respectively. According to Holdrige's classification system, *C. kweichowensis* is a tree species of humid forest life zone type in warm temperate and subtropical zone, which has a wide ecological adaptability. The principal component analysis shows that climatic water-temperature conditions which constrain geographical distribution of *C. kweichowensis* are in the order of low temperature condition, high temperature condition, humidity condition from high to low. Therefore, factors such as mean temperature in January, Kira's coldness index, extreme low temperature, frostless period and annual mean temperature should be primarily considered when horticulturally cultivating *C. kweichowensis*.

**Key words:** Chinese endemic species; *Corylus kweichowensis* Hu; geographical distribution; meteorological factor; water-temperature index

在全球尺度上,气候因素是影响植物天然分布的限制性因子<sup>[1]</sup>。在自然界长期进化过程中,不同物种均形成了各自的地理分布格局,植被和物种的分布则是地球气候最鲜明的反映和标志。随人类活动对植物直接和间接干扰程度的逐渐加强及全球气候和地理环境条件的变化,植被分布区域受到不同的影响,因此,分析研究植被地理分布与气候因子的相互关系具有重要的理论和现实意义。目前,国内学者对闽楠〔*Phoebe bournei* (Hemsl.) Yang〕、黄连木(*Pistacia chinensis* Bunge)、冷杉属(*Abies* Mill.)、四川大头茶(*Gordonia acuminata* Chang)、栓皮栎(*Quercus variabilis* Blume)、云南红豆杉(*Taxus yunnanensis* Cheng et L. K. Fu)和水青冈属(*Fagus* Linn.)等种类的地理分布格局与气候因子之间的关系进行了研究<sup>[2-8]</sup>,为物种地理分布与气候因子相互关系的研究提供了参考依据。

榛(*Corylus* spp.)为榛科(Corylaceae)榛属(*Corylus* Linn.)植物,是重要的经济树种,其种子为世界四大坚果之一;榛仁营养丰富、用途广泛、经济价值高,是加工高端木本膳食油料、各种糕点及巧克力的

重要原料。榛属植物共有16种,其中原产中国的有8种2变种,另外还有1个杂交选育的栽培种,即平欧杂种榛(*C. heterophylla* × *C. avellana*);目前,已经开发利用的仅有平榛(*C. heterophylla* Fisch.)和平欧杂种榛,栽培地主要位于东北地区,其他国产榛属种类资源基本处于野生状态<sup>[9]</sup>。

川榛(*Corylus kweichowensis* Hu)为中国特有种,分布广泛,但多处于野生状态,对其资源的开发利用未受到足够的重视,有关川榛加工利用的研究报道也较少<sup>[10]</sup>。川榛经济价值较高,其坚果较大、种仁饱满,果仁中脂肪、蛋白质和碳水化合物的含量分别为63.8%、14.2%和6.14%,果仁味香,为优良干果食品,也可用于榨油;其木材坚硬致密,可作为手杖及伞柄等小型木工的原料<sup>[11]</sup>。在结果习性和坚果特征等方面川榛与平榛较相似,因此,部分学者将川榛作为平榛的1个变种进行分类处理<sup>[12-14]</sup>。但二者地理分布范围区别较大,川榛主要分布于中国南方地区,而平榛主要分布于中国北方地区,秦岭山脉是2个种地理分布范围的交叠区。作为优质干果树种,了解川榛在中国的分布范围及适宜的气候环境条件,对于川榛

的引种、开发及利用具有重要意义;且开展川榛和平榛的地理分布区及其气候条件的研究也对二者的分类和鉴别具有一定的意义。

作者采用查询资料和实地调查等方式收集川榛在中国的地理分布资料及其分布区的气象数据,参照相关的植被分布与气候关系的研究方法<sup>[15-16]</sup>,探讨川榛天然分布区与气候水热指标的关系,了解其天然分布范围内的水热条件状况;在此基础上,采用主成分分析法确定限制川榛自然分布的气候水热指标,以期为川榛野生资源的保护、引种、栽培和开发利用提供基础研究数据。

## 1 材料和方法

### 1.1 数据来源

于 2008 年至 2015 年,主要通过 2 个途径获得川榛的地理分布资料:一是查询相关文献、植物志以及中国科学院植物研究所植物标本馆网站(<http://pe.ibcas.ac.cn>)的标本数据等;二是本课题组的野外实地调查。

根据地理纬度在川榛分布区中筛选具有代表性的市、县(区),在《中国县情大全:华东卷》<sup>[17]</sup>和中国气象数据网(<http://data.cma.gov.cn>)中检索地面累年值月值数据集(1981 年至 2010 年)和地面累年值年值数据集(1981 年至 2010 年),并记录各分布区的经度、纬度、海拔及相关气象数据。

### 1.2 水热指标计算方法

Kira 的热量指数<sup>[18]</sup>包括 Kira 温暖指数(WI)和 Kira 寒冷指数(CI),计算公式分别为“ $WI = \sum(T - 5)$ ”和“ $CI = -\sum(5 - T)$ ”,式中, $T$ 为月平均气温。徐文铎湿度指数(HI)<sup>[19]</sup>按照公式“ $HI = P/WI$ ”计算,式中, $P$ 为年降水量。参照文献<sup>[16]</sup>,Holdrige 生物温度(BT)按照公式“ $BT = \sum T_M/12$ ”计算,其中, $T_M$ (月平均气温)超过 30 °C 的平均温度按照 30 °C 计算,低于 0 °C 的平均温度按照 0 °C 计算;Holdrige 可能蒸散率(PER)按照公式“ $PER = 58.93 \times BT/P$ ”计算,式中, $P$ 为年降水量;Holdrige 可能蒸散量(PET)按照“ $PET = 58.93 \times BT$ ”计算。

热量指数分布的最适范围采用半峰宽(PWH)计算法<sup>[20]</sup>确定,计算公式为“ $PWH = 2.354 \times SD$ ”,式中, $SD$ 为树种热量指数值的标准差;最适范围为 $\bar{X} - 0.5 \times PWH \sim \bar{X} + 0.5 \times PWH$ , $\bar{X}$ 为热量指数的平均值。

### 1.3 统计分析方法

利用 Arcgis 软件把川榛的主要分布地点标定在 1:1 500 000 地形图上,据此分析川榛地理分布特征。采用 SPSS 20.0 统计分析软件对数据进行分析。

## 2 结果和分析

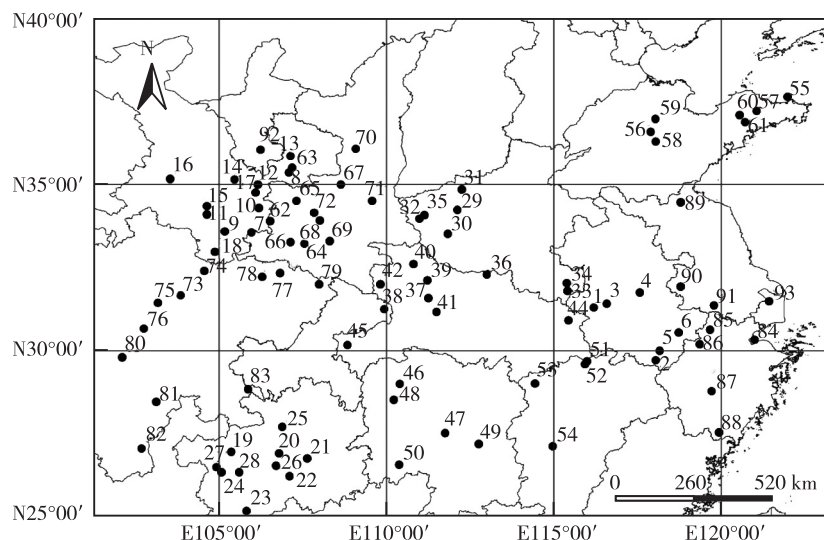
### 2.1 川榛的地理分布格局

参考文献<sup>[10]</sup>及中国科学院植物研究所植物标本馆(PE)的馆藏标本记载,并根据实地调查结果,绘制出川榛在中国的地理分布图,见图 1。

由图 1 可见:全国记载有川榛分布的市、县(区)共 93 个,水平分布范围为东经 102°06′~121°59′、北纬 25°11′~37°38′,跨越温带、暖温带和亚热带 3 个热量带,主要分布于甘肃、陕西、宁夏、四川、重庆、贵州、山东、湖北、湖南、河南、安徽、江苏、江西、浙江和上海等 15 省(自治区、直辖市)。川榛地理分布区的最北端和最东端分布点均位于山东省牟平县(东经 121°59′、北纬 37°38′),最南端分布点位于贵州省安龙县(东经 105°49′、北纬 25°11′),最西端分布点位于四川省泸定县(东经 102°06′、北纬 29°48′)。垂直分布在海拔 300~2 500 m,海拔上限与海拔下限相差 2 200 m,集中分布在海拔 500~1 000 m,主要分布于秦岭、伏牛山、大别山和大巴山等山系。另外,作者的野外调查结果还显示,川榛主要呈零星分布,集中成片分布的很少。

### 2.2 川榛分布区气候水热指标分析

川榛分布区的气候水热指标见表 1。由表 1 可见:川榛分布区的年均温为 6.60 °C~19.10 °C,平均值为 14.48 °C,最适范围为 11.24 °C~17.72 °C;Kira 温暖指数为 57.70 °C·月<sup>-1</sup>~169.10 °C·月<sup>-1</sup>,平均值为 120.39 °C·月<sup>-1</sup>,最适范围为 91.53 °C·月<sup>-1</sup>~149.24 °C·月<sup>-1</sup>;Kira 寒冷指数为-39.90 °C·月<sup>-1</sup>~-0.20 °C·月<sup>-1</sup>,平均值为-6.73 °C·月<sup>-1</sup>;年降水量为 425.50~2 058.20 mm,平均值为 1 099.07 mm,最适范围为 596.38~1 601.75 mm;徐文铎湿度指数的平均值为 9.11;年空气相对湿度的平均值为 74.81%;Holdrige 可能蒸散量的平均值为 860.25 mm;Holdrige 生物温度的平均值为 14.60 °C,最适范围为 11.66 °C~17.54 °C;Holdrige 可能蒸散率的平均值为 0.89。按照 Holdrige 生命地带分类系统<sup>[16]</sup>,根据川榛分布区气候水热指标,确定川榛属于暖温带和亚热带湿润森林生命地带类型中的树种。



1-6: 分别为安徽省的霍山县、休宁县、岳西县、舒城县、黄山和歙县 Huoshan County, Xiuning County, Yuexi County, Shucheng County, Huangshan Mountain and Shexian County of Anhui Province, respectively; 7-18: 分别为甘肃省的康县、华亭县、文县、徽县、宕昌县、天水市、平凉市、武山县、舟曲县、康乐县、清水县和青川县 Kangxian County, Huating County, Wenxian County, Huixian County, Tanchang County, Tianshui City, Pingliang City, Wushan County, Zhouqu County, Kangle County, Qingshui County and Qingchuan County of Gansu Province, respectively; 19-28: 分别为贵州省的水城县、清镇市、龙里县、惠水县、安龙县、盘县、遵义县、贵阳市、纳雍县和毕节县 Shuicheng County, Qingzhen City, Longli County, Huishui County, Anlong County, Panxian County, Zunyi County, Guiyang City, Nayong County and Bijie County of Guizhou Province, respectively; 29-36: 分别为河南省的高县、西陕县、宜阳县、卢氏县、商城县、新县、洛宁县和桐柏县 Songxian County, Xishan County, Yiyang County, Lushi County, Shangcheng County, Xinxian County, Luoning County and Tongbai County of He'nan Province, respectively; 37-45: 分别为湖北省的兴山县、神农架林区、房县、丹江口市、宜昌市、竹溪县、麻城县、罗田县和利川县 Xingshan County, Shennongjia Forestry District, Fangxian County, Danjiangkou City, Yichang City, Zhuxi County, Macheng County, Luotian County and Lichuan County of Hubei Province, respectively; 46-50: 分别为湖南省的永顺县、新邵县、桑植县、南岳县和新宁县 Yongshun County, Xinshao County, Sangzhi County, Nanyue County and Xinning County of Hu'nan Province, respectively; 51-54: 分别为江西省的庐山、九江县、修水县和吉安县 Lushan Mountain, Jiuliang County, Xiushui County and Ji'an County of Jiangxi Province, respectively; 55-61: 分别为山东省的牟平县、昆仑山、牙山、鲁山、桓台县、栖霞市和莱阳市 Muping County, Kunlun Mountain, Yashan Mountain, Lushan Mountain, Huantai County, Qixia City and Laiyang City of Shandong Province, respectively; 62-72: 分别为陕西省的凤县、宝鸡市、洋县、太白县、勉县、户县、佛坪县、宁陕县、富县、渭南县和眉县 Fengxian County, Baoji City, Yangxian County, Taibai County, Mianxian County, Huxian County, Foping County, Ningshan County, Fuxian County, Weinan County and Meixian County of Shaanxi Province, respectively; 73-82: 分别为四川省的茂县、平武县、理县、天全县、南江县、旺苍县、万源市、泸定县、美姑县和宁南县 Maoxian County, Pingwu County, Lixian County, Tianquan County, Nanjiang County, Wangcang County, Wanyuan City, Luding County, Meigu County and Ningnan County of Sichuan Province, respectively; 83: 重庆市南川县 Nanchuan County of Chongqing City; 84-88: 分别为浙江省的天台县、安吉县、临安县、武义县和泰顺县 Tiantai County, Anji County, Li'an County, Wuyi County and Taishun County of Zhejiang Province, respectively; 89-91: 分别为江苏省的东海县、江宁区 and 宜兴市 Donghai County, Jiangning District and Yixing City of Jiangsu Province, respectively; 92: 宁夏回族自治区固原县 Guyuan County of Ningxia Hui Autonomous Region; 93: 上海市 Shanghai City.

图1 川榛在中国的地理分布示意图

Fig. 1 Diagram of geographical distribution of *Corylus kweichowensis* Hu in China

表1 中国川榛分布区的气候水热指标<sup>1)</sup>

Table 1 Climatic water-temperature index of distribution area of *Corylus kweichowensis* Hu in China<sup>1)</sup>

指标 Index	$\bar{X}$	SD	Min	Max	最适范围 Optimal range	
					下限 Lower limit	上限 Upper limit
1月均温/°C Mean temperature in January	2.22	3.80	-7.80	10.90	-2.25	6.69
7月均温/°C Mean temperature in July	25.52	2.90	18.10	29.80	22.11	28.92
年均温/°C Annual mean temperature	14.48	2.76	6.60	19.10	11.24	17.72
极端低温/°C Extreme low temperature	-13.04	7.00	-32.20	-1.20	—	—
极端高温/°C Extreme high temperature	38.96	2.58	31.30	42.80	—	—
Kira 温暖指数/(°C·月 <sup>-1</sup> ) Kira's warmth index/(°C·month <sup>-1</sup> )	120.39	24.52	57.70	169.10	91.53	149.24
Kira 寒冷指数/(°C·月 <sup>-1</sup> ) Kira's coldness index/(°C·month <sup>-1</sup> )	-6.73	10.20	-39.90	-0.20	-18.73	5.27
徐文铎湿度指数 Xu's humidity index	9.11	3.32	3.60	23.05	5.20	13.03
年降水量/mm Annual precipitation	1 099.07	427.09	425.50	2 058.20	596.38	1 601.75
年空气相对湿度/% Annual air relative humidity	74.81	6.02	61.00	86.00	67.73	81.90
年均日照时数/h Annual average sunshine duration	1 867.54	446.01	1 152.00	2 832.70	1 342.58	2 392.50

续表1 Table 1 (Continued)

指标 Index	$\bar{X}$	SD	Min	Max	最适范围 Optimal range	
					下限	上限
					Lower limit	Upper limit
无霜期/d Frostless period	234.98	41.44	127.00	320.00	186.20	283.75
Holdrige 生物温度/°C Holdrige's biological temperature	14.60	2.50	7.96	19.09	11.66	17.54
Holdrige 可能蒸散率 Holdrige's potential evapotranspiration rate	0.89	0.32	0.34	2.03	0.51	1.27
Holdrige 可能蒸散量/mm Holdrige's potential evapotranspiration	860.25	147.33	468.98	1 125.07	686.84	1 033.66

<sup>1)</sup> $\bar{X}$ : 均值 Mean; SD: 标准差 Standard deviation; Min: 最小值 The minimum value; Max: 最大值 The maximum value. —: 无数据 No datum.

2.3 川榛水平分布界限的水热状况分析

川榛分布的北界位于山东牟平、陕西富县、宁夏固原及甘肃平凉一带;南界位于贵州安龙、惠水、盘县、毕节和纳雍,湖南新宁、南岳和新邵,四川宁南以及浙江泰顺一带(图 1)。川榛分布区的北界和南界的水热指标比较结果见表 2。由表 2 可以看出:川榛分布北界和南界的 Kira 温暖指数的平均值分别为 93.86 °C · 月<sup>-1</sup>和 129.36 °C · 月<sup>-1</sup>,Kira 温暖指数的范围为 62.90 °C · 月<sup>-1</sup>~169.10 °C · 月<sup>-1</sup>;其分布北界和南界的 Kira 寒冷指数的平均值分别为

-24.94 °C · 月<sup>-1</sup>和-3.38 °C · 月<sup>-1</sup>,Kira 寒冷指数的范围为-39.90 °C · 月<sup>-1</sup>~-1.10 °C · 月<sup>-1</sup>;北界年降水量 556.80 mm,南界年降水量 1 403.83 mm,年降水量变化幅度为 425.50~2 058.20 mm。说明川榛分布区的北界和南界的 Kira 温暖指数、Kira 寒冷指数和年降水量变幅较大,其生态适应性较广。

2.4 中国川榛分布区气候水热指标的主成分分析

对中国川榛分布区的 13 个气候水热指标进行标准化处理并进行主成分分析,结果见表 3。主成分分析结果表明:第 1、第 2 和第 3 主成分的贡献率分别为

表 2 中国川榛分布区的北界和南界水热指标的比较<sup>1)</sup>

Table 2 Comparison on water-temperature index between north and south boundaries of distribution area of *Corylus kweichowensis* Hu in China<sup>1)</sup>

指标 Index	北界 North boundary				南界 South boundary			
	$\bar{X}$	SD	Min	Max	$\bar{X}$	SD	Min	Max
	Kira 温暖指数/(°C · 月 <sup>-1</sup> ) Kira's warmth index/(°C · month <sup>-1</sup> )	93.86	20.97	62.90	117.10	129.36	31.46	89.30
Kira 寒冷指数/(°C · 月 <sup>-1</sup> ) Kira's coldness index/(°C · month <sup>-1</sup> )	-24.94	9.80	-39.90	-16.80	-3.38	3.68	-8.80	-1.10
年降水量/mm Annual precipitation	556.80	92.39	425.50	648.70	1 403.83	455.32	865.90	2 058.20

<sup>1)</sup> $\bar{X}$ : 均值 Mean; SD: 标准差 Standard deviation; Min: 最小值 The minimum value; Max: 最大值 The maximum value.

表 3 中国川榛分布区气候水热指标的主成分分析结果

Table 3 Result of principal component analysis on climatic water-temperature index of distribution area of *Corylus kweichowensis* Hu in China

主成分 Principal component	各气候水热指标的载荷 Load of different climatic water-temperature indexes							
	1 月均温 Mean temperature in January	7 月均温 Mean temperature in July	Kira 温暖指数 Kira's warmth index	Kira 寒冷指数 Kira's coldness index	徐文铎湿度指数 Xu's humidity index	年降水量 Annual precipitation	年空气相对湿度 Annual air relative humidity	年均日照时数 Annual average sunshine hour
	1	0.974	0.427	0.739	0.956	0.177	0.486	0.508
2	0.101	0.881	0.659	0.161	-0.222	0.163	-0.070	0.525
3	0.108	0.091	0.055	0.148	0.939	0.839	0.751	-0.268

主成分 Principal component	各气候水热指标的载荷 Load of different climatic water-temperature indexes						特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate
	年均温 Annual mean temperature	极端低温 Extreme low temperature	极端高温 Extreme high temperature	无霜期 Frostless period	Holdrige 生物温度 Holdrige's biological temperature				
	1	0.853	0.955	0.124	0.897	0.822			
2	0.504	-0.122	0.896	-0.080	0.551	2.957	22.748	82.179	
3	0.089	-0.040	-0.227	0.071	0.083	1.422	10.938	93.117	

59.431%、22.748%和10.938%，三者累计贡献率为93.118%，可以反映影响川榛分布的气候水热指标的主要信息。在第1主成分中，1月均温、Kira寒冷指数、极端低温、无霜期和年均温的载荷较大，定义为低温条件；在第2主成分中，极端高温、7月均温和Kira温暖指数的载荷较大，定义为高温条件；在第3主成分中，徐文铎湿度指数、年降水量和年空气相对湿度的载荷较大，定义为湿度条件。由此可见，影响川榛分布的气候水热条件由高到低依次为低温条件、高温条件、湿度条件。

### 3 讨论和结论

目前，国内榛的园艺化栽培地区主要在北方地区，在南方地区一直处于野生状态，没有得到充分的开发利用。川榛作为榛属植物中国特有种之一，其果仁营养丰富，坚果既可烤食也可榨油，具有较高的开发和利用价值<sup>[14]</sup>。研究结果显示：川榛主要分布在中国的15个省（自治区、直辖市），集中分布于南方地区，水平分布范围为东经102°06′~121°59′、北纬25°11′~37°38′，垂直分布在海拔300~2500m，集中分布于海拔500~1000m的区域，水平和垂直分布跨度均较大，说明川榛生长适应性较强。川榛坚果具有较好的经济性状，经作者测定（未发表数据），川榛坚果单果质量0.46~2.48g、平均直径13.47mm、出仁率21.5%~60.0%，这些性状均接近平榛。在进行一定选优的基础上，川榛既可作为野生资源加以栽培利用，又可作为杂交育种的亲本材料，具有潜在的利用价值。作者连续5年对秦岭和大别山等地区的实地调查结果显示：由于人为干扰、物种竞争和气候等因素影响，川榛分布范围持续减小，自然分布的海拔下限逐渐上升，在山区逐渐集中分布于林缘、溪沟谷处；土壤为红壤、黄壤、黄棕壤和山地棕壤等，呈中性至微酸性。长期以来，国内学者对川榛研究较少，有关其遗传进化、历史起源、分布中心和核心种质构建与评价一直未予研究，这些也是今后的研究方向。

气候是影响物种地理分布的关键因素，在植物长期进化过程中，植物生长区域与气候形成适应格局。研究植物与气候关系的方法很多；孟猛等<sup>[21]</sup>对国内外学者提出的22种湿润指数的计算方法和应用进行总结和评述，并结合国内实际情况，筛选出3种简单实用的方法；张新时等<sup>[15-16]</sup>介绍了Penman、Kira、

Thornthwaite和Holdrige4种最重要且较成功的可能蒸散(PE)计算方法及植被-气候分类法；徐文铎<sup>[19]</sup>在Kira指数基础上，提出湿度指数。但不同计算方法所需的气象资料不同，加之气象数据资料不全面，很多方法不能应用。国内学者利用Kira指数详细研究了中国植被与气候的关系，并对植被地带类型进行了划分，得出了较好的结果<sup>[22-24]</sup>；张新时等<sup>[15]</sup>利用Holdrige指数研究中国植被类型与气候关系，认为该指数与中国地带性植被类型具有较好的对应性，也便于与国际上植被-气候的关系进行统一对比。综合考虑以上2个指标在中国植被与气候关系研究中的适用性、计算简便性和资料易得性，作者采用Kira温暖指数、Kira寒冷指数、Holdrige生物温度、Holdrige可能蒸散量、Holdrige可能蒸散率和徐文铎湿度指数等水热指标及其他单一气象指标分析川榛的地理分布格局特征。通过分析川榛地理分布区的各项气候水热指标，按照Holdrige生命地带分类系统，确定川榛属于暖温带和亚热带湿润森林生命地带类型中的树种，喜温暖湿润气候环境，与平榛（喜冷凉气候且耐旱<sup>[25]</sup>）有明显区别，可见二者对气候环境的需求不同。

主成分分析结果表明，影响川榛地理分布的气候水热条件由高到低依次为低温条件、高温条件、湿度条件，因此，选择川榛园艺化栽培地点应首先考虑1月均温、Kira寒冷指数、极端低温、无霜期和年均温等因素。川榛分布北界和南界Kira温暖指数的范围为62.90℃·月<sup>-1</sup>~169.10℃·月<sup>-1</sup>，Kira寒冷指数的范围为-39.90℃·月<sup>-1</sup>~-1.10℃·月<sup>-1</sup>，年降水量的范围为425.50~2058.20mm。综合研究结果显示：川榛分布北界和南界Kira温暖指数、Kira寒冷指数和年降水量的范围比较宽，生态适应性较广。本研究结果可作为川榛适生区引种和利用的参考依据。

#### 参考文献：

- [1] WOODWARD F I, WILLIAMS B G. Climate and plant distribution at global and local scales[J]. *Plant Ecology*, 1987, 69: 189-197.
- [2] 葛永金, 王军峰, 方伟, 等. 闽楠地理分布格局及其气候特征研究[J]. *江西农业大学学报*, 2012, 34(4): 749-753.
- [3] 符瑜, 潘学标, 高浩. 中国黄连木的地理分布与生境气候特征分析[J]. *中国农业气象*, 2009, 30(3): 318-322.
- [4] 王清春, 李晖, 李晓笑. 中国冷杉属植物的地理分布特征及成因初探[J]. *中南林业科技大学学报*, 2012, 32(9): 11-15.
- [5] 孙凡, 钟章成, 李旭光. 四川大头茶地理分布与环境水热状况的关系[J]. *热带亚热带植物学报*, 1998, 6(4): 315-322.

- [6] 王 婧,王少波,康宏樟,等. 东亚地区栓皮栎的地理分布格局及其气候特征[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2009, 27(3): 235-241.
- [7] 苏建荣,张志钧,邓 疆,等. 云南红豆杉的地理分布与气候关系[J]. 林业科学研究, 2005, 18(5): 510-515.
- [8] 洪必恭,安树青. 中国水青冈属植物地理分布初探[J]. 植物学报, 1993, 35(3): 229-233.
- [9] 张宇和,柳 鏊,梁维坚,等. 中国果树志·板栗 榛子卷[M]. 北京:中国林业出版社, 2005: 202-214.
- [10] 马庆华,霍宏亮,陈 新,等. 川榛遗传资源分类、分布及其研究利用现状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(6): 1223-1231.
- [11] 陈 嵘. 中国树木分类学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1959: 175.
- [12] 胡先啸. 中国森林树木图志:第二册[M]. 北京:静生生物调查所, 1948: 61-82.
- [13] 俞德浚. 落叶果树分类学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1984.
- [14] 梁维坚. 我国榛属植物资源及利用[J]. 经济林研究, 1987(增刊): 75-78.
- [15] 张新时,杨奠安,倪文革. 植物的 PE(可能蒸散)指标与植被-气候分类(三):几种主要方法与 PEP 程序介绍[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(2): 97-109.
- [16] 张新时. 研究全球变化的植被-气候分类系统[J]. 第四纪研究, 1993(2): 157-169.
- [17] 中华人民共和国民政部,中华人民共和国建设部. 中国县情大全:华东卷[M]. 北京:中国社会出版社, 1993.
- [18] 张新时. 植物的 PE(可能蒸散)指标与植被-气候分类(一):几种主要方法与 PEP 程序介绍[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(1): 1-9.
- [19] 徐文铎. 吉良的热量指数及其在中国植被中的应用[J]. 生态学杂志, 1985(3): 35-39.
- [20] 洪必恭,李绍珠. 江苏主要常绿阔叶树种的分布与热量关系的初步研究[J]. 生态学报, 1981, 1(2): 105-111.
- [21] 孟 猛,倪 健,张治国. 地理生态学的干燥度指数及其应用评述[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 853-861.
- [22] 刘春迎. KIRA 指标在中国植被与气候关系研究中的应用[J]. 植物生态学报, 1999, 23(2): 125-138.
- [23] 倪 健. KIRA 指标的拓展及其在中国植被与气候关系研究中的应用[J]. 应用生态学报, 1997, 8(2): 161-170.
- [24] 方精云. 我国森林植被带的生态气候学分析[J]. 生态学报, 1991, 11(4): 377-387.
- [25] 梁维坚. 中国野生榛属植物的调查研究[J]. 辽宁林业科技, 1989(1): 45-52.

(责任编辑:张明霞)

### 《植物资源与环境学报》征稿简则

1. 《植物资源与环境学报》是江苏省中国科学院植物研究所、江苏省植物学会等单位联合主办的学术期刊,季刊,1992年创刊,国内外公开发行。系全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、CSCD 核心期刊和 RCCSE 中国核心学术期刊(A)。连续荣获多届“江苏省优秀期刊”奖;1997年荣获“全国优秀科技期刊三等奖”和华东地区优秀期刊奖;2001年入选“中国期刊方阵”;2002年和2004年入选“江苏省期刊方阵”;2013年荣获首届“江苏新闻出版政府奖——报刊奖”及江苏省精品科技期刊项目;2015年荣获江苏省精品科技期刊Ⅲ类项目和第六届江苏省科技期刊“金马奖·精品期刊奖”;2016年荣获江苏省精品科技期刊Ⅰ类项目。本刊是 BA、CA、CABI、Elsevier's、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群和中国学术期刊(光盘版)等国内外著名数据库和文摘类刊物固定收录的来源期刊。主要刊登植物资源的考察、开发、利用和物种保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化生态环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等,不登译稿。
2. 主要读者对象为植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻工、自然保护和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者。
3. 来稿要求:
  - 1) 请通过本刊的惟一网上投稿系统注册后投稿,网址为 <http://www.cnbg.net/Tg/Contribute/Login.aspx> (拟于2017年4月启用新投稿系统,网址为 <http://zwzy.cnbg.net>)。文稿应论点明确,数据可靠,文字精炼,做到齐、清、定。
  - 2) 来稿请使用规范汉字,标点符号使用要求准确。其中,连字号和范围号及减号、键号须分清。

(下转第 96 页 Continued on page 96)