

DOI: 10.5846/stxb201909161921

张童, 黄治昊, 彭杨靖, 王泳腾, 王萍, 王诗童, 崔国发. 基于 Maxent 模型的软枣猕猴桃在中国潜在适生区预测. 生态学报, 2020, 40(14): 4921-4928.
Zhang T, Huang Z H, Peng Y J, Wang Y T, Wang P, Wang S T, Cui G F. Prediction of potential suitable areas of *Actinidia arguta* in China based on Maxent model. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(14): 4921-4928.

基于 Maxent 模型的软枣猕猴桃在中国潜在适生区预测

张 童, 黄治昊, 彭杨靖, 王泳腾, 王 萍, 王诗童, 崔国发*

北京林业大学生态与自然保护学院, 北京 100083

摘要:软枣猕猴桃 *Actinidia arguta* 是猕猴桃科 Actinidiaceae 猕猴桃属 *Actinidia* 大型落叶藤本, 据《中国植物志》记载, 该物种在中国从最北的黑龙江岸至南方广西境内的五岭山地都有分布, 但尚未明确其适宜分布区域。因该物种具有独特的食用和药用价值, 近年来其种群数量急剧减少, 现已被北京市、河北省、吉林省等列为地方性保护物种。本文利用 Maxent 模型对软枣猕猴桃在中国的潜在适宜分布区进行了预测并对其分布适宜性进行评价。研究结果表明: 软枣猕猴桃在我国的适宜分布区总面积约为 $3.01 \times 10^6 \text{ km}^2$; 其高适生区主要集中在四川中部、陕西南部、湖北西部和贵州西北部等地中低山区地带, 呈圆环状分布。其中软枣猕猴桃在云南、四川、陕西等省份的潜在高适生区域面积最大。利用 Jackknife 刀切法计算得到影响软枣猕猴桃分布的主要环境因子为最湿季度降水量 (500—800 mm)、年均温 (12.5—17.5℃)、最冷季度降水量 (290—660 mm) 和海拔 (2000—2690 m), 上述环境因子的累计贡献率为 79.7%。建议在中高度适宜分布区进行野生软枣猕猴桃的迁地保护和人工种植, 并根据其适生环境调整软枣猕猴桃的农业种植繁育规划, 为软枣猕猴桃的就地、迁地保护提供了理论依据。

关键词:软枣猕猴桃; Maxent; 环境因子; 适宜分布区

Prediction of potential suitable areas of *Actinidia arguta* in China based on Maxent model

ZHANG Tong, HUANG Zhihao, PENG Yangjing, WANG Yongteng, WANG Ping, WANG Shitong, CUI Guofa*

School of Ecology and Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: *Actinidia arguta* is a large deciduous vine of genus *Actinidia* in Actinidiaceae family. According to *Flora Reipublicae Populis Sinicae*, this species is distributed from the most northern Amur River bank to the Wuling Mountains in southern Guangxi, but its suitable distribution range has not been defined. Due to its unique edible and medicinal value, the population of *Actinidia arguta* has decreased dramatically in recent years, therefore it has been listed as a locally protected species in Beijing, Hebei and Jilin provinces. In this study, Maxent model was used to predict the potentially suitable distribution range of *Actinidia arguta* in China, and the distribution suitability was evaluated. The results showed that the suitable distribution range of *Actinidia arguta* in China was about $3.01 \times 10^6 \text{ km}^2$. The highly suitable distribution area of *Actinidia arguta* was mainly concentrated in the middle and low mountain areas of central Sichuan, southern Shaanxi, western Hubei and northwest Guizhou, presenting a circular distribution. Among those areas, Yunnan, Sichuan and Shaanxi provinces covered the largest area. Jackknife knife-cutting method was used to calculate the main environmental factors affecting the distribution of *Actinidia arguta*. The first four main factors, i.e. the wettest season precipitation (500—800 mm), average annual temperature (12.5—17.5℃), the coldest season precipitation (290—660 mm) and altitude

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFC0507203)

收稿日期: 2019-09-16; 网络出版日期: 2020-04-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fa6716@163.com

(2000—2690 m), provided a significant contribution up to 79%. This paper offered theoretical basis for the in-situ and ex-situ conservation of *Actinidia arguta*. It was suggested that the highly and moderately suitable areas could be used for ex-situ conservation and cultivation, and the agricultural planting could be improved based on the suitable environment factors.

Key Words: *Actinidia arguta*; Maxent; environment data; potential suitable areas

软枣猕猴桃 *Actinidia arguta* 是猕猴桃科 Actinidiaceae 猕猴桃属 *Actinidia* 大型落叶藤本^[1]。其药用历史悠久,据《中药大辞典》中记录,软枣猕猴桃具有健胃、清热利湿等功效,可治消化不良、呕吐、腹泻、黄疸、风湿关节痛等疾病^[2]。关于软枣猕猴桃的研究目前主要集中于食品保健和药用成分等方面^[3-5]。据《中国植物志》记载,该物种在中国从最北的黑龙江岸至南方广西境内的五岭山地都有分布^[6],但根据实地走访调查发现,由于软枣猕猴桃人工种植比例低、苗木价格高、人工种植成活率低等原因导致软枣猕猴桃种植成本居高不下,进而导致野生软枣猕猴桃的采摘与破坏情况日益严重,使得野生软枣猕猴桃数量锐减。目前尚未有研究资料表明其具体的适宜分布区域,也并未明确影响该物种分布的主要环境因子。为探清软枣猕猴桃的潜在适宜分布区域,研究软枣猕猴桃地理分布与环境因子之间的关系,分析影响软枣猕猴桃分布的关键环境因子,对软枣猕猴桃的物种保护与科学利用具有重要意义。

因研究区域面积较大,实地勘察的调研周期长、成本高以及难以全面统计物种的全部分布区。通过模型预测物种的地理分布是当下比较成熟的评估手段,其工作效率高、预测分布区全面、大大节省了时间人力成本^[7-10]。王茹琳等利用 Maxent 生态位模型预测了中华猕猴桃的适生区,结合气候因子预测软枣猕猴桃的适生区范围,但未考虑地形与土壤间对目标物种的影响^[11]。屈振江等对气候因子进行筛选后模拟几种猕猴桃的适宜分布区,有效缩小了关键因子的范围,却忽略了立地条件等环节^[12]。本文选取了 79 个软枣猕猴桃的样点,通过 3 类环境因子共 28 个环境变量,运用 Maxent 模型进行软枣猕猴桃的潜在适生区预测,并对其适生等级与关键环境变量进行评价,综合分析软枣猕猴桃与气候、土壤、地形之间的关系,提出软枣猕猴桃的利用与保护方案,为野生软枣猕猴桃的有效保护与科学利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 软枣猕猴桃分布信息数据

软枣猕猴桃地理分布信息数据由文献资料整理、地方植物志、中国数字标本馆和全球生物多样性信息机构 (<https://www.gbif.org/>) 获取,通过去除无效和重复数据,共计收集到软枣猕猴桃样本点 79 个(图 1),其中京津冀区域 10 个样本点均为实际调查的样点。

1.2 环境变量

为了确定物种适宜生境的地理分布,需明确影响物种生长的环境变量。本文中环境变量共有 3 类(气候因子、土壤因子和地形因子)共计 28 个环境变量。包括从世界气候数据库 World-Clim (<http://www.worldclim.org/>) 中获取的 25 个认可度较高的生物气候变量图层(bio1—bio19)和 6 个土壤变量图层(grav、rub、ph、oc、radi、texture);从中国科学院国际科学数据服务平台(<http://datamirror.csdb.cn>)获取的 3 个地形变量(alt、slope、asp),选取的环境因子详见表 1。上述图层作为 Maxent 模型所需的环境变量图层,国家基础地理信息系统网站(<http://nfgis.nsdi.gov.cn>)提供的 1:400 万中

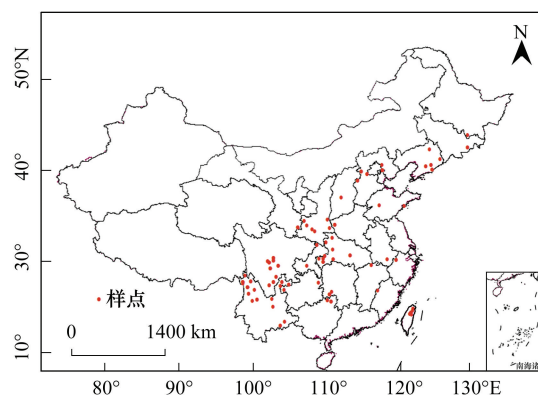


图 1 软枣猕猴桃的样本点分布图

Fig.1 The distribution area of *Actinidia arguta* in China

国地图和中国行政区划图作为本文绘图的底图。

表 1 环境因子

Table 1 Environmental factors			
气候变量 Climate variables			
年均温 bio 1	Annual mean temperature	最冷季度平均温度 bio 11	Mean temperature of coldest quarter
昼夜温差日均值 bio 2	Mean diurnal range	年均降水量 bio 12	Annual precipitation
等温性 bio 3	Isothermality	最湿月降水量 bio 13	Precipitation of wettest month
温度季节性变化的标准差 bio 4	Temperature seasonality	最干月降水量 bio 14	Precipitation of driest month
最暖月最高温 bio 5	Max temperature of warmest month	降水量变异系数 bio 15	Precipitation seasonality
最冷月最低温 bio 6	Min temperature of coldest month	最湿季度降水量 bio 16	Precipitation of wettest quarter
年均温变化范围 bio 7	Temperature annual range	最干季度降水量 bio 17	Precipitation of driest quarter
最湿季度平均温度 bio 8	Mean temperature of wettest quarter	最暖季度降水量 bio 18	Precipitation of warmest quarter
最干季度平均温度 bio 9	Mean temperature of driest quarter	最冷季度降水量 bio 19	Precipitation of coldest quarter
最暖季度平均温度 bio 10	Mean temperature of warmest quarter		
土壤变量 Soil variable			
碎石百分比 grav	Gravel percentage	粘土含量 clay	Clay content
pH 值	Potential of hydrogen	有机碳含量 oc	Organic carbon content
含沙量 sed	Sediment concentration	土壤质地 texture	Soil texture
地形变量 Terrain variable			
海拔 alt	Altitude	坡向 asp	Aspect
坡度 slo	Slope		

1.3 数据分析

1.3.1 环境变量筛选

提取 28 个图层中 79 个分布点的环境数据。输入 SPSS 中的 kendall 秩次相关检验,进行相关性筛查(附表 1),去除相关性较高的变量($P>0.8$)^[13],最终得到 15 个用于模型计算的环境变量,结果如表 2 所示。

表 2 筛选后的环境变量

Table 2 Environment data description list			
编号 Numbers	描述 Description	编号 Numbers	描述 Description
bio 1	年均温 Annual meantemperature	alt	海拔 altitude
bio2	昼夜温差日均值 Mean diurnal range	asp	坡向 aspect
bio5	最暖月最高温 Max temperature of warmest month	slo	坡度 slope
bio10	最暖季度平均温度 Mean temperature of warmest quarter	grav	碎石百分比 Percentage of gravel
bio13	最湿月降水量 Precipitation of wettest month	pH 值	Potential of hydrogen
bio 19	最冷季度降水量 Precipitation of coldest quarter	oc	有机碳含量 Organic carbon content
texture	土壤质地 Soil texture	clay	粘土含量 Clay content
sed	含沙量 Sediment concentration		

1.3.2 Maxent 模型构建与结果评价

将整理好的样本点分布数据和筛选出的环境变量图层加载进 Maxent3.3,应用 ROC(接收者操作特征曲线 receiver operating characteristic curve)曲线分析法对 Maxent 软件预测的软枣猕猴桃适宜区分布结果进行精度检验,得到 ROC 曲线下方的面积值即 AUC 值(the area under the ROC curve),它是模型预测能力的准确性指标。AUC 值取值范围为 0.5—1,越接近 1 说明预测的结果越好,其模型预测的结果就越准确。AUC 值为 0.50—0.60(失败),0.61—0.70(较差),0.71—0.80(一般),0.81—0.90(好),0.91—1.0(非常好)。

1.3.3 软枣猕猴桃适生等级划分

经过 Maxent 模型预测分析,依据自然分割法^[14]将软枣猕猴桃的潜在分布区分为 4 个等级,按照分布概率 P 确定软枣猕猴桃适生区等级划分: $P<0.2$ 为非适生区, $0.2\leq P<0.5$ 为低适生区, $0.5\leq P<0.7$ 为中适生区, $P\geq 0.7$ 为高适生区(表 3)。

表 3 适生区划分
Table 3 Division of potential distribution

分布概率(P) Probability distribution	评价等级 Evaluation level	分布概率(P) Probability distribution	评价等级 Evaluation level
$P<0.2$	非适生区 Unsuitable	$0.5\leq P<0.7$	中适生区 Medium
$0.2\leq P<0.5$	低适生区 Low	$P\geq 0.7$	高适生区 High

2 结果与分析

2.1 预测精度分析

计算得到的平均训练集 AUC 值为 0.921,平均测试集 AUC 值为 0.927,由此表明 Maxent 模型对软枣猕猴桃潜在分布区的预测效果非常好(图 2)。

2.2 软枣猕猴桃的潜在分布区

软枣猕猴桃主要集中分布于中国西南部及浙江、福建、台湾等地。其中高适生区分布于四川中部、陕西南部、湖北西部和贵州西北部等地中低山区地带,呈圆环状分布;中适生区西起西藏东南部,北至陕西南部,东至台湾,南至云南南部,中适生区主要分布在高适生区邻域附近;低适生区面积较大,包含东三省、中原山地和东南沿海等地。

按适生等级分类后,统计每个省、市自治区的适生区面积,计算结果如图 3 所示,软枣猕猴桃在我国的适宜分布区面积(高度适生区、中度适生区和低度适生区)总计约 $3.01\times 10^6\text{ km}^2$ 。其中,高度适生区面积约 $1.7\times 10^5\text{ km}^2$,占适宜分布区面积的 6%;中度适生区面积约 $8.9\times 10^5\text{ km}^2$,占适宜分布区面积的 30%;低适生区面积约 $1.9\times 10^5\text{ km}^2$,占适宜分布区面积的 64%。由表 4 可知:(1)云南、四川、陕西、湖北、福建、西藏和台湾省份是软枣猕猴桃高度适宜分布($P\geq 0.7$)较集中的区域,其中云南省适宜软枣猕猴桃分布的面积约 $3.7\times 10^5\text{ km}^2$,居于全国适宜生境面积首位;(2)河北、山西、北京、海南和天津五个省份为软枣猕猴桃的中度和低度适宜分布区($0.5\leq P<0.7$);(3)内蒙古和宁夏等地为软枣猕猴桃的低度适宜分布区($0.2\leq P<0.5$),且适生面积相对其省份面积占比极少;(4)香港、澳门均无软枣猕猴桃的适宜分布区域($P<0.2$)。

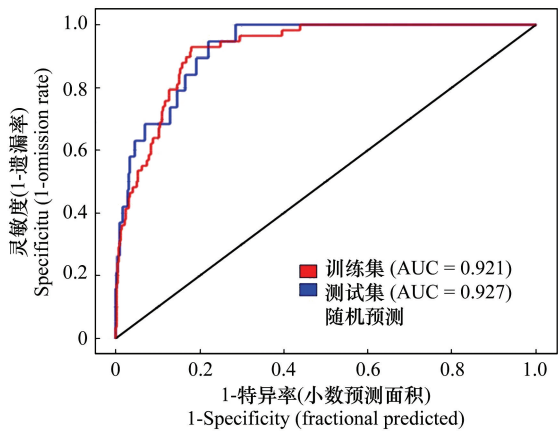


图 2 Maxent 模型对软枣猕猴桃预测结果 ROC 曲线验证
Fig.2 ROC curve verification of prediction for *Actinidia arguta* by Maxent model

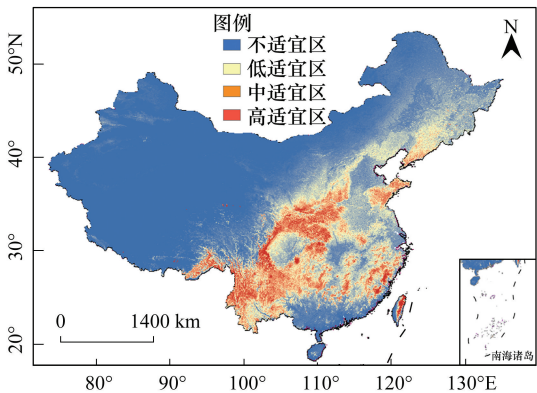


图 3 软枣猕猴桃潜在适宜分布区面积统计表
Fig.3 Predicted potential suitable areas of *Actinidia arguta* in China

表 4 适宜分布区的面积

Table 4 Potential suitable areas of *Actinidia arguta* in China

省、市、自治区 province, municipality autonomous regions	高适生区 High suitable area/km ²	中适生区 Medium suitable area/km ²	低适生区 Low suitable area/km ²	总面积 Total area /km ²	占研究面积的比例 Proportion of the total research area/%
云南	37882	194766	139044	371692	12.34
四川	35108	88043	158858	282009	9.36
陕西	19873	80864	76156	176893	5.87
湖北	16572	52965	80220	149757	4.97
福建	12580	37030	53978	103588	3.44
西藏	11561	37501	44611	93673	3.11
台湾	11474	5040	7265	23779	0.79
重庆	5271	19393	40546	65210	2.17
河南	4621	48018	112842	165481	5.49
贵州	4619	97493	79161	181273	6.02
湖南	3745	47746	128069	179560	5.96
甘肃	2742	16878	66297	85917	2.85
浙江	2355	25740	62582	90677	3.01
山东	1743	53148	77355	132246	4.39
江西	1650	23387	130341	155378	5.16
青海	859	117	844	1820	0.06
安徽	554	12398	92402	105354	3.50
广西	396	13083	52242	65721	2.18
辽宁	230	18638	129761	148629	4.94
吉林	108	3380	131553	135041	4.48
广东	106	5654	24670	30430	1.01
黑龙江	65	1095	73647	74807	2.48
江苏	15	1975	60474	62464	2.07
新疆	10	—	518	528	0.02
河北	—	4141	81676	85817	2.85
山西	—	88	524	612	0.02
北京	—	73	12239	12312	0.41
海南	—	43	896	939	0.03
天津	—	12	4288	4300	0.14
内蒙古	—	—	23809	23809	0.79
宁夏	—	—	1871	1871	0.06
上海	—	—	30	30	0.00
香港	—	—	—	—	—
澳门	—	—	—	—	—
总计 Total	174139	888709	1948769	3011617	100

2.3 主导环境因子的确定

利用 Jackknife 刀切法分析各生态因子对软枣猕猴桃分布适宜度(图 4),结合各环境变量对软枣猕猴桃分布影响的贡献率(表 5)发现:影响软枣猕猴桃分布的主要环境变量为最湿季度降水量(bio13)、年均温(bio1)、最冷季度降水量(bio19)和海拔(alt)。运行结果显示,按从高到低的贡献率排序依次为最湿季度降水量(bio13)28.2%、年均温(bio1)23.5%、最冷季度降水量(bio19)19.6%和海拔(alt)8.4%,累计贡献率高达 79.7%(表 4)。说明上述 4 个环境变量是影响软枣猕猴桃适宜分布生境的关键因子。

由环境因子对软枣猕猴桃份分布影响的贡献率可以看出软枣猕猴桃生长分布受气候环境影响较大,最湿

季度降水量、年均温、最冷季度降水量和海拔这 4 个环境因子对软枣猕猴桃的分布起主导作用。选取这 4 个变量分别建立 Maxent 模型,得出软枣猕猴桃在各个变量中的适宜区间如图 5。

3 结论与讨论

3.1 软枣猕猴桃的潜在分布区及 Maxent 预测的可靠性

本文利用 Maxent 模型对软枣猕猴桃的潜在适生区进行预测,结合 28 个环境变量分析影响软枣猕猴桃的生长分布。通过参数设置和模型筛选,最终将研究区域划分为 4 个适生等级,统计了软枣猕猴桃在全国各省的适宜分布区面积(表 4)。结果表明,云南省是全国软枣猕猴桃最适宜分布地区,20 世纪 80 年代末期和 90 年代初期通过对云南省猕猴桃资源的系统调查,发现云南省猕猴桃属植物分布较广,猕猴桃属植物种类居全国之首^[15]。丁建调查时发现四川软枣猕猴桃资源主要集中在四川盆地周边的中低山区的环形地带^[16];福建浙江等预测高适生区均有软枣猕猴桃生长分布记载,且记录年限较早^[17],与软枣猕猴桃预测分布范围较为吻合。

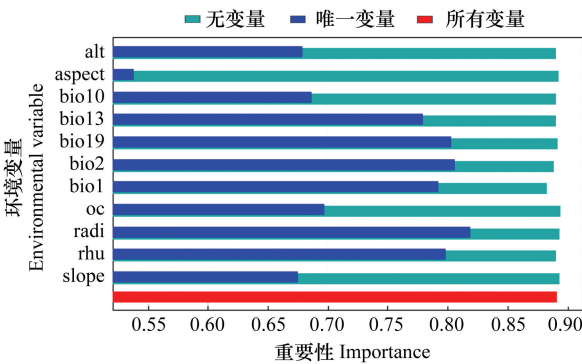


图 4 软枣猕猴桃分布预测结果刀切图
Fig.4 Jackknife result of prediction process of *Actinidia arguta*

表 5 各环境变量对软枣猕猴桃份分布影响的贡献率

Table 5 The contribution rate of each environmental factors to *Actinidia arguta* distribution

编号 Numbers	生态因子 Ecological factors	贡献率 Contribution rate/%	编号 Numbers	生态因子 Ecological factors	贡献率 Contribution rate/%
1	bio13 最湿季度降水量	28.2	9	sed 含沙量	2.0
2	bio1 年均温	23.5	10	asp 坡向	1.9
3	bio19 最冷季度降水量	19.6	11	grav 碎石百分比	1.1
4	alt 海拔	8.4	12	oc 有机碳含量	0.9
5	bio2 昼夜温差日均值	4.2	13	pH	0.3
6	bio10 最暖季度平均温度	4.0	14	texture 土壤质地	0.2
7	clay 粘土含量	3.0	15	bio5 最暖月最高温	0.1
8	slo 坡度	2.6		总计	100.00

尚无相关文献对软枣猕猴桃的分布范围进行明确讨论,且未开展相关专项研究,本文所提出的物种分布模型在明确软枣猕猴桃的分布点后预测出更多的潜在适生区。例如,在以往文献资料记载中青海省尚未记录该物种的分布情况,近些年经地方政府公开网站对比发现青海省西宁市确有该物种的分布,与本文研究结论一致;同时本文预测的中度适生区也与实际相吻合,说明 Maxent 模型能较为准确的预测软枣猕猴桃在中国的潜在适生区。

3.2 影响软枣猕猴桃分布的关键环境因子

从图 5 中,可明显看出:最湿季度降水量在 300—450 mm 范围内时,软枣猕猴桃适生度显著上升,在 450 mm 达到最大值;500—800 mm 区域内适生度逐渐平缓且软枣猕猴桃适生度最高。年均温在 12.5—17.5℃ 之间最适宜软枣猕猴桃生长,峰值出现在 13.0℃,此时最适宜软枣猕猴桃的生长发育。最冷季度降水量在 220—290 mm 区间内明显有上升趋势,自 290—660 mm 区间内趋于稳定,软枣猕猴桃适宜分布度最高。软枣猕猴桃在海拔 2000—2690 m 区间内适宜生长,在海拔 2500 m 下生长状况最佳,适生程度最好,这与猕猴桃属植物生物学特征相一致。经地理国情监测云平台(<http://www.dsac.cn/>)、中国气象局(<http://www.cma.gov.cn/>)核实,关键环境因子的适宜区间与高适生区省份气候基本一致,海拔适宜区间与植物志记载相吻合。

软枣猕猴桃作为药用和食品保健原料植物,野生资源遭到人为采摘破坏,干扰软枣猕猴桃群落的自然更

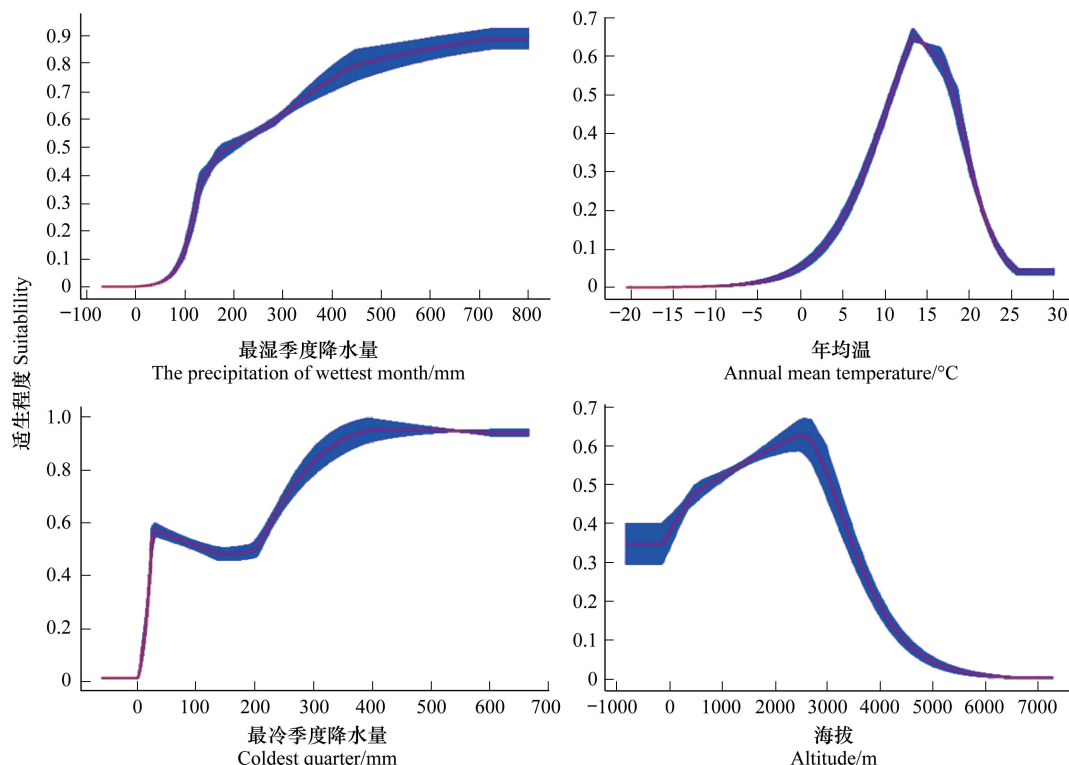


图 5 主要环境因子响应曲线

Fig.5 Responses curve of ecological factors

新以及破坏了软枣猕猴桃的生长环境。本文在全国尺度上分析了软枣猕猴桃的潜在适生区,但未考虑到软枣猕猴桃个体的遗传变异、复杂条件下的小气候等因素影响。以大尺度预测软枣猕猴桃的适生区,可在中高度适宜分布区进行野生软枣猕猴桃的迁地保护和人工种植等,由此在中高度适宜分布区进行野生软枣猕猴桃的迁地保护和人工种植并根据其适生环境调整软枣猕猴桃的农业种植繁育规划,为软枣猕猴桃的就地、迁地保护以及其种植成活率提供理论依据。

参考文献 (References):

- [1] 刘慎谔. 东北木本植物图志. 北京: 科学出版社, 1955: 22-23.
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典下册. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 2210-2210.
- [3] 朴一龙, 赵兰花. 软枣猕猴桃研究进展. 北方园艺, 2008, (3): 76-78.
- [4] 王广富, 艾军, 秦红艳, 孙丹, 宋慧芳, 刘海双, 于云飞. 不同品种软枣猕猴桃愈伤组织诱导及植株再生. 吉林农业大学学报, 2018, 40(3): 311-315.
- [5] 石斌, 王慧丽, 马冰如. 软枣猕猴桃叶化学成分的研究. 中国中药杂志, 1992, 17(1): 36-38.
- [6] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1993: 18-18.
- [7] Yang X Q, Kushwaha S P S, Saran S, Xu J C, Roy P S. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. Ecological Engineering, 2013, 51: 83-87.
- [8] 黄治昊, 周鑫, 张孝然, 蒲真, 邢韶华. 我国大陆黄檗潜在分布区及分布适宜性评价. 生态学报, 2018, 38(20): 7469-7476.
- [9] Elith J, Phillips S J, Hastie T, Dudík M, Chee Y E, Yates C J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions, 2011, 17(1): 43-57.
- [10] Warren D L, Seifert S N. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. Ecological Applications, 2011, 21(2): 335-342.
- [11] 王茹琳, 李庆, 何仕松, 刘原. 中华猕猴桃在中国潜在分布及其对气候变化响应的研究. 中国生态农业学报, 2018, 26(1): 27-37.
- [12] 屈振江, 周广胜. 中国主栽猕猴桃品种的气候适宜性区划. 中国农业气象, 2017, 38(4): 257-266.
- [13] Kendall, Maurice G. The advanced theory of statistics. Revista Mexicana de Sociología, 1961, 23(1): 310.
- [14] 吕汝丹, 何健, 刘慧杰, 姚敏, 程瑾, 谢磊. 羽叶铁线莲的分布区与生态位模型分析. 北京林业大学学报, 2019, 41(2): 70-79.
- [15] 胡忠荣, 袁媛, 易芎文, 高正清. 云南野生猕猴桃资源及分布概况. 西南农业学报, 2003, 16(4): 47-52.
- [16] 丁建. 四川猕猴桃种质资源研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2006.
- [17] 猕猴桃资源调查协作组. 福建猕猴桃资源调查. 福建省农科院学报, 1986, 1(1): 50-58.

附表 1 SPSS 分析各环境因子的相关性
Schedule.1 SPSS Analysis of the Relevance of Environmental Factors

	Bio1	Bio2	Bio3	Bio4	Bio5	Bio6	Bio7	Bio8	Bio9	Bio10	Bio11	Bio12	Bio13	Bio14	Bio15	Bio16	Bio17	Bio18	Bio19	alt	asp	grav	oc	ph	radi	rlu	slo	texture
Bio1	1.00																											
Bio2		1.00																										
Bio3			1.00																									
Bio4				1.00																								
Bio5					1.00																							
Bio6						1.00																						
Bio7							1.00																					
Bio8								1.00																				
Bio9									1.00																			
Bio10										1.00																		
Bio11											1.00																	
Bio12												1.00																
Bio13													1.00															
Bio14														1.00														
Bio15															1.00													
Bio16																1.00												
Bio17																	1.00											
Bio18																		1.00										
Bio19																			1.00									
alt																				1.00								
asp																					1.00							
grav																						1.00						
oc																							1.00					
ph																								1.00				
radi																									1.00			
rlu																										1.00		
slo																											1.00	
texture																												1.00