# 基于 TCMGIS 的槲蕨的生态产地适宜性分析*

□李桂英 张本刚** （中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所 北京 100193）
孙成忠 （中国测绘科学研究院 北京 100039）
谢彩香 张 昭 陈士林** （中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所 北京 100193）
赵润怀** 周应群 （中国药材集团公司科技研发部 北京 102600）

**摘 要：** 目的：应用《中药材产地适宜性分析地理信息系统》（TCMGIS）分析槲蕨 Drynaria roosii Nakaike 产地适宜性，为槲蕨的科学区划及种植提供依据。方法：以槲蕨代表性的分布地区为分析基点，选取年平均气温、海拔、土壤、降水量、日照、相对湿度等影响槲蕨生长发育的关键生态因子，通过野外调查设置生态因子的数值范围进行分析。结果：表明槲蕨适宜产地分布在我国的亚热带季风地区，集中在云贵高原一带，即贵州大部、云南东部、广西西部和湖北西部、湖南的边界地区。在广东、福建、四川、浙江等地也有零星分布。讨论：研究成果可为合理规划槲蕨种植生产布局，开展引种栽培工作提供科学依据。

**关键词：** TCMGIS 产地适宜性 生态因子 槲蕨 附生植物

槲蕨 Drynaria roosii Nakaike，又名毛姜、猴姜、猢狲姜、申姜、岩姜，为槲蕨科槲蕨属多年附生草本植物，其根茎是中药材骨碎补的主要来源。骨碎补为历代常用药材，具有补肾、活血、止血、续伤之功效[1]。然而在 2005 版《中华人民共和国药典》确定槲蕨为骨碎补药材的唯一基原植物之前，长久以来药材的基原物种有多种，包括了 3 科 9 属 20 种植物，来源比较混乱[2~4]。本文以 2005 版药典为依据，主要研究了槲蕨的适宜性分布。

作为传统的中药材及新药原料，骨碎补主要来源于野生资源，然而近年来随着对骨碎补药材的需求量日益增大，野生资源已不能满足需求。为了保护槲蕨的野生资源及生态环境，防止过渡开发，我国部分省市计划进行槲蕨的人工种植，槲蕨的野生分布区主要位于我国长江以南地区，但是在如此广大的地区中，哪些地区适宜种植槲蕨，缺乏科学系统的调查与分析。中药材产地适宜性分析地理信息系统（TCMGIS）是以气候因子数据库、土壤数据库、基础地理信息数据库及 80 年代全国中药资源普查数据库为后台支撑，对中药材产地适宜性进行定量、空间化、多生态因子、多统计方法快速分析系统[5]。陈士林、张本刚、赵润怀等已应用此系统分析了川贝母、

收稿日期：2009-01-20
修回日期：2009-03-20
* 国家科技部社会公益研究专项（2005DIB3J088）：全国濒危紧缺中药资源动态监测方法体系构建，负责人：陈士林。
** 联系人：张本刚，教授，主要研究方向：药用植物资源，E-mail:bgzhang@implad.ac.cn；陈士林，本刊编委，本刊学术副主编，主要研究方向：中药资源学，E-mail: slchen@implad.ac.cn；赵润怀，本刊编委，教授，主要研究方向：中药资源，E-mail: zhaorunhuai@implad.ac.cn。



PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

附子、甘草等 20 多种大范围分布药用植物的产地适宜性，有效指导了药材产地布局[6~9]。

本课题组在槲蕨野生分布区进行实地考察和调研基础上应用 TCMGIS，对附生植物槲蕨的产地适宜性进行分析，以期为药材槲蕨的种植基地的选择及区划提供科学依据。

## 一、槲蕨关键生态因子及取值范围的确定

槲蕨是典型的野生附生植物，对生境要求特殊，多见于郁闭度不高的疏林灌林中，附生在江河、沟谷附近的石壁、大树或背阴处的瓦背上，生长地土壤一般偏碱性，喜潮湿、通风、稍遮阴的环境，点状分布在长江流域及其以南各省区常绿阔叶灌丛或暖性石灰岩灌丛中[10]。我国三次大型资源普查都没有对本物种进行调查，无准确资源普查数据和资源分布情况[11]，且药材骨碎补来源混乱，共涉及三科九属二十种植物。针对此种情况，本课题组多次对我国槲蕨野生分布区进行实地考察和调研并整理标本数据 298 份，根据地方植物志和标本记载，选取槲蕨分布相对集中的湖北五峰土家族自治县作为槲蕨实地调查基点。在五峰县不同经纬度、海拔、坡度、坡向、干湿地设置样地样方 56 个，记录其 GPS、多度、盖度、植物群落、湿度等数据。通过对样地及其标本记录的生态环境数据统计分析，最终选取海拔、日照、年降水量、土壤类型、均温、湿度等影响槲蕨分布的关键生态因子。通过实地调查、查阅资料及标本选取槲蕨代表性的分布点，通过 TCMGIS 系统数据库得到高程、日照、年降水量、土壤类型、均温等数据（见表 1）。

由上表数据及文献查阅确定槲蕨的生态因子属性值范围：

海拔：260~1400m；

相对湿度：74~84%；

土壤类型：石灰岩土、暗黄棕壤；

日照时数：1135~2000 小时/年；

年平均降水量：1150~1220 mm；

年平均气温：10℃~20℃。

将这些因子引入产地适宜性分析系统，进行分析。

## 二、TCMGIS 原理与分析流程

1. 槲蕨适宜性分析的技术流程

2. 分析原理

以地理信息系统（GIS）为平台，采用空间分析中的诸多方法，按照引种生态相似原理，实现了在

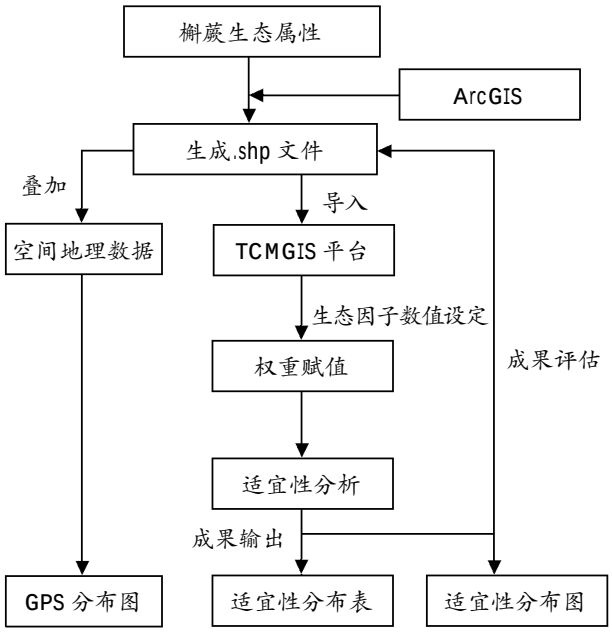


表 1　槲蕨的代表性样地及生态因子

| 地区 | 海拔(m) | 相对湿度(%) | 日照时数(h) | 年降水量(mm) | 土壤类型 | 年平均气温(℃) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 湖北神农架 | 980 | 74 | 1691 | 1084 | 石灰岩土 | 10.1 |
| 四川乐山市夹溪 | 548 | 83.7 | 1136 | 956 | 石灰岩土 | 15.6 |
| 浙江乐清县雁荡山廖花嶂 | 260 | 81 | 1725 | 1536 | 石灰岩土、暗黄棕壤 | 16.5 |
| 广西省安龙县龙山区 | 1200 | 79.6 | 1379 | 1297 | 石灰岩土 | 16.7 |
| 福建星村武夷山 | 389 | 80.5 | 1641 | 1523 | 石灰岩土 | 17.1 |
| 云南普洱德化乡 | 1400 | 77.5 | 1996 | 1237 | 石灰岩土 | 18.0 |
| 广东省始兴县石人嶂 | 532 | 77.7 | 1590 | 1625 | 石灰岩土 | 18.9 |
| 广东从化县吕田镇 | 460 | 79.5 | 1668 | 1688 | 石灰岩土 | 20.0 |
| 湖北五峰镇水尽司村 1 组 | 750 | 76.9 | 1416 | 1183 | 石灰岩土、暗黄棕壤 | 16.3 |
| 湖北五峰县采花乡二岔口 | 513 | 77.7 | 1409 | 1170 | 石灰岩土、暗黄棕壤 | 16.2 |



PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

全国范围内对中药材产地的适宜性分析。将影响中药材生长的各个环境因子分别量化，生成栅格数据结构。即将海拔、降水、温度、湿度、土壤、日照等因子数据转换成 1 平方公里的单元网格，每一个网格相当于一个数据对象，其观测值存放在相应网格的属性表中，然后对生成的网格数据进行空间聚类分析，根据相似的程度划分等级，从而确定药材的适宜产地，并进一步服务于各地的药材野生种植和引种栽培[5]。

3. 系统数据库

中药材产地适宜性数据库包括以下数据库：气候因子数据库、土壤数据库、全国 1:100 万地图的矢量空间数据库、中药资源普查数据库

4. TCMGIS 主要分析流程

(1)生态因子的输入。

分析影响槲蕨分布的各生态因子，输入最适宜生态因子的数值范围。

(2)数据标准化。

为消除量纲影响，将气候、土壤数据标准化处理。本研究数据标准化运用绝对偏差均值标准化方法：

$$s_f=\frac{1}{n}(|x_{1f}-m_f|)+|x_{2f}-m_f|+\cdots+|x_{nf}-m_f|$$

其中：$m_f=\frac{1}{n}(x_{1f}+x_{2f}+\cdots+x_{nf})$

(3)生态因子的权重赋值。

药用植物生长分布受生态因子影响程度不同。为得到准确分析结果，需对各生态因子的权重赋值。经实地调查的样方及标本数据分析以及实地考察的经验，槲蕨喜生长在中低海拔湿度大的石灰岩上，尤其是河流边的岩石上，因此，对各环境因素权重分别赋值如下：年平均降水量、高程、土壤类型赋值 0.2，日照的强弱及温度变化权重赋值 0.15，其他相关生态因子权重赋值 0.1。

结果如下：

高程：权重值为 0.2；

年平均降水量：权重值为 0.2；

土壤：权重值为 0.2；

日照：权重值为 0.15；

年平均温：权重值为 0.15；

相对湿度：权重值为 0.1。

(4)距离计算。

根据槲蕨生态因子的权重值进行距离计算。系统按统计学原理分别计算气温、降水量、土壤、海拔等气候及土壤因子对目标值的距离（相似系数，SI，Similarity index），根据距离分别将各个指标进行重分类。距离越小的与目标值越相似，反之差异越大。

(5)矢量空间分析。

将栅格计算结果与行政区划矢量数据进行空间分析，得到最后的产地适宜区分布图及表格。

## 三、结 果

1. 槲蕨适宜产区分布范围

采用 TCMGIS-I 系统分析后得出槲蕨产地适宜区全国分布情况。见图 1 图中灰色部分为槲蕨适宜生长区。

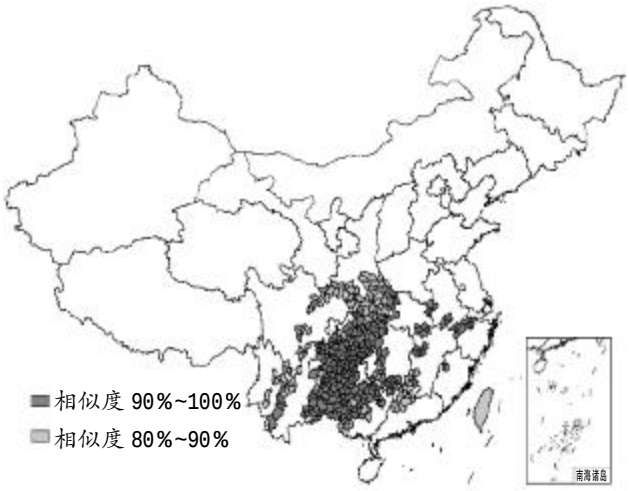


图 1 槲蕨适宜产地全国分布图

由图 1 看出，通过 TCMGIS 系统分析出的槲蕨适宜产地包含贵州、湖北、四川、重庆、广西、湖南、江西、广东、云南、福建、浙江、台湾、安徽、陕西、河南等 14 个省区的一些县市。适宜产地分布较广，但主要集中在云贵高原一带，即贵州大部、云南东部、广西西部和湖北西部、湖南的边界地区。另外适宜区在广东、福建、四川、浙江等地也有零星分布。

2. 槲蕨适宜产地分布地区的数值信息

采用 TCMGIS 系统分析后得出与槲蕨广布区生态地理因子不同相似度的产地分布图。相似度为 90% ~100%的区域称为槲蕨最适宜产地，相似度为 80% ~90% 的区域称为适宜产地。适宜区所在县市及其分布面积见表 2、图 2。



PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

表 2　槲蕨适宜产地分布情况统计　　单位:km²

| 省区名称 | 最适宜产地县市数 | 最适宜产地面积 | 最适宜产地比例(100%) | 适宜产地县市数 | 适宜产地面积 | 适宜产地比例(100%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 贵州省 | 73 | 54711 | 39.8 | 1 | 4 | 0.1 |
| 湖北市 | 36 | 342971 | 36.6 | 12 | 3775 | 10.2 |
| 广西 | 31 | 206501 | 27.5 | 8 | 8965 | 3.9 |
| 重庆 | 13 | 9895.07 | 27.1 | 5 | 2475 | 14.2 |
| 湖南省 | 33 | 117181 | 15.8 | 5 | 212 | 2.1 |
| 云南省 | 24 | 11940 | 14.7 | 13 | 15915 | 5.0 |
| 广东 | | | | 9 | 1821 | 7.7 |
| 陕西 | | | | 12 | 2485 | 7.8 |
| …… | | | | | | |
| 总计 | 259 | 752182 | 24 | 67 | 35724 | 6.6 |

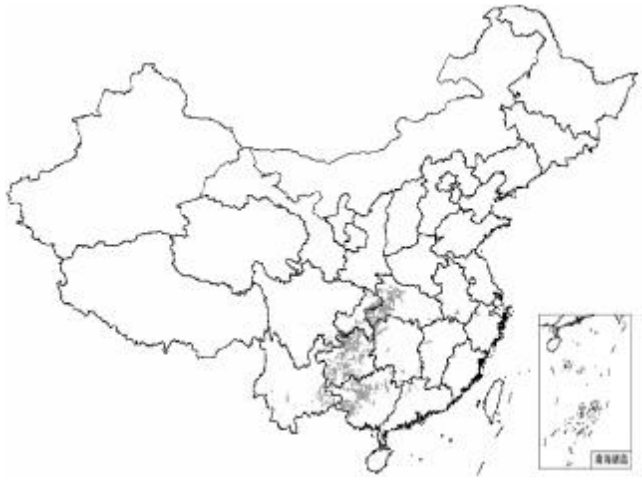

图 2　槲蕨最适宜产区及全国分布图

统计结果显示,槲蕨的适宜产地分布在贵州、湖北、广西、重庆、湖南、云南等省市。其中最适宜产地包括黔、楚、桂、渝、湘、滇等省市 259 县市区,总面积为 752182 平方公里,占所在县市总面积的 24%。适宜产地面积在渝、楚、陕、粤、滇、桂等省市,共包括 67 个县市，总面积为 35724，占所在县市总面积的 6.6%。其中湖北适宜县市可以达到 48 个，且集中分布在湖北西部的石灰岩山区；广西壮族自治区适宜县市 39 个,集中分布在广西的西北部。贵州省适宜产地也较多,但是较湖北、广西分散。应用 TCMGIS 系统进一步分析，可得到产区的适宜地面积以及其在一定区域所占比例(见表 2),为生产规划提供更为客观的数学依据。

## 四、讨　论

中药材产地适宜性分析地理信息系统利用计算机系统预测药用植物分布区域,不仅可以为野外调查提供参考,为进一步的资源调查普查提供有效路线,提高工作效率,也可以为槲蕨的野生种植和引种栽培提供有效的参考数据和理论依据,给相关决策部门提供决策参考。

1. 分析结果与当今记录的相符度

据植物志记载槲蕨是典型的附生蕨类植物,为分布零散的广布种,主要分布在湖北、四川、贵州、云南、浙江、福建、台湾、广东、广西、江西等地[12]。据 TCMGIS 系统结果显示槲蕨分布在亚热带季风地区，以云贵高原为中心(湖北的西部、贵州的大部、广西的西部、湖南的边界、重庆边界、云南的东南),向东延伸到广东、江西、安徽、河南、浙江的部分省市(图 2)。其中安徽、河南、浙江分布靠近长江流域的几个县市，分布很少。通过对比文献记载,系统分析结果与槲蕨实际分布符合度较高。此外我国几次大规模的资源调查都没有对其资源量给出准确数据,与其分布零散、调查难度大不无关系，此结果可为槲蕨的大规模资源调查提供指导与导向。

2. 适宜产地与最佳种植区

中药材的野生分布区是保证药材质量和生长的最适宜区域，但由于原产区受各种社会因素限制难以保证药材的规模化生产，因此适宜种植基地的选择尤为重要。目前槲蕨商品的利用以野生资源为主,但野生药材资源更新困难,野生资源量急剧下降,急需对槲蕨进行野生抚育及引种栽培，以实现资源的可持续利用。目前槲蕨的实验室繁育工作已经完成,需要采用一定的科学理论和方法对种植地的选择进行指导。

由 TCMGIS 分析结果可知,槲蕨在我国适宜生长的省市较多,集中分布在长江流域以南的贵、黔、桂、川、两广等省市的石灰岩地区,分布不均匀且具有地域差异性。在进行引种时需考虑槲蕨自身生长对喜潮湿、中低海拔、石灰岩、散射光等地理气候条件的特殊要求以及低成本、便利交通等社会因素,以确定可持续经营管理的最佳种植区。

从适宜性分析结果可知,贵州、湖北、广西、重庆



PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn

适宜种植面积较大，而浙江、云南、广东、安徽、江西、福建、陕西等省市适宜种植区域较小，只在部分县市适宜分布。适应性分析结果图显示湖北的西部、重庆的东南、贵州的中部、广西的西部是槲蕨适宜产地的集中分布区，相关县市可以在此区域考虑槲蕨的引种进行规模化生产。

此外，应用槲蕨实际分布点所对应的环境因子的平均值及标准偏差数据对其分布区的估测，仅反映了槲蕨在理想状况下的最大可能适生范围，可能许多地理因素的限制使其不能准确代表槲蕨的实际分布范围。如槲蕨一部分附生在树上，因为系统的限制，无法准确得出此部分数据。尽管小环境（如伴生物种等）对一些物种生长具有非常重要的意义，但是在我们调查的样方分析没有发现明显规律，故本研究中小环境对槲蕨生长的影响没有详细计算。

致谢：感谢中国医学科学院的齐耀东博士给论文的修改；感谢中科院武汉植物研究所的张全发、吴金清教授、李晓东博士以及五峰县林业局的谢延平、刘鑫先生在野外调查过程中给予的帮助与指导。

## 参考文献

1 国家药典委员会编.中华人民共和国药典(2005 年版一部).北京：化学工业出版社，2005.179~180.
2 李顺祥，龙勉，张志光.骨碎补的研究进展.中国中医药，信息杂志，2002，9(11)：75.
3 谢志民，曹林林.中药占斯的本草考证 .陕西中医，1994，15(7)：324.
4 周铜水，周荣汉.骨碎补类生药商品调查和性状鉴定研究.中国中药杂志，1993，18(12)：710.
5 孙成忠，刘召芹，陈士林，等. 基于的中药材产地适宜性介析系统的设计与实现. 世界科学技术—中医药现代化-中药材产地适宜性研究，2006，8(3)：112~117.
6 王继永，赵润怀，孙成忠. 基于 TCMGIS-I 的乌拉尔甘草生态适宜区分析. 中国现代中药，2006，8(8)：4~8，20.
7 王瑀，魏建和，陈士林. 应用 TCMGIS-I 分析人参的适宜产地. 亚太传统医药，2006，(6)：73~78.
8 赵润怀，王继永，孙成忠. 基于 TCMGIS-I 的道地药材附子产地适宜性分析. 中国现代中药，2006，8(7)：4~8.
9 张本刚，陈士林，张金胜，等.基于遥感技术的甘草资源调查方法研究.中草药，2005，36(10)：1845.
10 周荣汉.中药资源学.中国医药科技出版社. 1993：172~176.
11 中国药材公司编著，中国中药区划.北京：科学出版社.
12 中国科学院“中国植物志”编辑委员会主编 中国植物志.科学出版社 1959：286.

## TCMAE based Adaptability Evaluation for Drynaria roosii Nakaike

Li Guiying[1], Zhang Bengang[1], Sun Chengzhong[2], Xie Caixiang[1], Zhang Zhao[1], Qi Yaodong[1], Chen Shilin[1], Zhao RunHuai[3], Zhou Yingqun[3]

(1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Chinese Peking Union Medical College, Beijing 100193, China; 2.The Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China; 3.Technology Development Center, China National Group Corp.of Traditional & Herbal Medicine, Beijing 102600, China)

We analyzed the appropriate growing area for Drynaria roosii Nakaike using a geographic information based TCM adaptability evaluation system (TCMAE). In the study, TCMAE was used to analyze the desirable growing area for D. roosii based on the optimized ecological factors, including averaged annual temperature, altitude, soil type, precipitation, sunlight, and relative humidity. Weight value of each key factor was also evaluated based on the data collected in the field survey. Analysis result showed that the potential areas desirable for growing D. roosii sit in the subtropical monsoon region in the country, mostly on the Yunnan-Guizhou Plateau, covering the most part of Guizhou, the east part of Yunnan, the west part of Guangxi, the west of Hubei, and border areas of Hunan, though Guangdong, Fujian, Sichuan, and Zhejiang have limited areas desirable for growing the herb. It is important to sort out the appropriate growing area for D. roosii through TCMAE. The system provides scientific evidences for transplanting and cultivation of D. roosii in China.

Keywords: TCMGIS; suitability of producing area; ecological factors ; Drynaria roosii Nakaike; epiphyte

（责任编辑：王 瑀，责任译审：邹春申）



PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.cn