

基于 GMPGIS 的地乌全球产地生态适宜性分析*

吴明丽^{1,2}, 胡志刚², 裴红³, 汤钰文², 熊超^{1,2}, 李西文^{1**}

(1. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700; 2. 湖北中医药大学药学院 武汉 430065;
3. 广州康和药业有限公司 广州 511440)

摘要:目的:本研究在药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统(GMPGIS)的支持下,对鹅掌草全球生态适宜性进行了分析。方法:以地乌药材原植物鹅掌草道地产区、主产区和野生分布区的195个分布数据为基点,选取年均温、年均相对湿度、年均降水量、年均日照、土壤类型等7个生态指标作为主要影响因子。结果:鹅掌草全球生态相似度最大的区域主要分布在美国、俄罗斯、加拿大、中国、澳大利亚、哈萨克斯坦、墨西哥、阿根廷、伊朗、巴西、土耳其、乌克兰、南非等国。其中,鹅掌草在中国的生态适宜性地区主要包括陕西、贵州、甘肃、四川、湖北、重庆、浙江、云南、江苏、湖南等省区。结论:本研究表明了GMPGIS系统用于药用植物产地生态适宜性分析的科学性和重要性,并为地乌药材的引种以及合理规划生产布局提供了参考依据。

关键词: 地乌 生态适宜性 生态因子 GMPGIS

doi:10.11842/wst.2016.08.010 中图分类号:R282 文献标识码:A

地乌为毛茛科植物银莲花属鹅掌草 *Anemone flaccida* Fr. Schmidt 为毛茛科植物银莲花属鹅掌草的根茎,又名地雷、黑地雷、金串珠。《贵州民间药物》记载,地乌“性温,味辛微苦,可解毒,驱风湿”。民间多用于祛风湿、助筋骨,治疗风湿疼痛、跌打损伤^[1,2],是湖北省土家族常用药^[3]。地乌药材原植物鹅掌草,又名林荫银莲花、二轮七、蜈蚣三七,主要分布于长江中下游各省,北达陕西省南部,南延华东^[4-7]。目前,国内外对地乌药材的研究尚少,且主要集中在药理活性及化学成分等方面。邴飞虹等^[8,9]以地乌为原料研制出了用于治疗类风湿性关节炎的国家五类新药——地乌风湿安胶囊,极具开发前景。野生鹅掌草虽分布很广,但数量较少,处于濒危边缘^[10,11],且其对生长环境条件要求较高,极大地制约了其药用成分的开发利用。因此,

急需找到新的可替代的鹅掌草生态适宜区,并对其实施人工引种栽培,从而解决地乌药材开发中资源短缺的问题^[12,13]。

在 WorldClim、Climond、HWSD 等国际数据库及中药材产地适宜性分析地理信息系统(Traditional Chinese Medicine Geographic Information System, TCMGIS)的基础上,中国中医科学院中药研究所基于地理信息系统(Geographic Information System, GIS)框架,自主研发了国际上第一个专业化的药用植物产地适宜性分析系统——药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统(Global Geographic Information System for Medicinal Plant, GMPGIS)。本研究借助 GMPGIS 系统作为分析平台,首次以地乌药材原植物鹅掌草的主产区分布点数据、全球基础地理信息数据库、全球气候因子数据库和土壤数据库为后台数据,在全球范围内对鹅掌草生态适宜区域进行定量化、可视化分析,为今后地乌药材的引

收稿日期 2016-07-28

修回日期 2016-08-15

* 科学技术部重大新药创制国家科技重大专项子课题(2014ZX09304307001-014):中药新药安全性检测技术与标准研究,负责人:陈士林;科学技术部国家科技支撑计划(2015BAI05B02):喀斯特山区中药资源可持续利用关键技术,负责人:李西文。

** 通讯作者:李西文,副研究员,主要研究方向:中药栽培与鉴定。

种及合理规划生产布局提供科学依据^[14]。

1 GMPGIS 系统

1.1 GMPGIS 系统原理

GMPGIS 系统以 GIS 为平台,按照引种生态相似性原则,先将与中药材道地产区环境相关的各生态因子分别量化成栅格数据结构,即将降水、温度、湿度、土壤、日照等因子数据转换成每平方公里的单元网格,每一个网格相当于一个数据对象,其属性值存放于相应网格属性表中,然后对网格数据进行空间聚类分析。根据相似程度不同划分等级,从而确定药用植物的生态适宜区域。

1.2 GMPGIS 系统数据库

数据是开展药用植物产地生态适宜性分析的基础,GMPGIS 系统进行了多个数据库的整合,其中主要包括:基础地理信息数据库,包括矢量数据结构的省区划、县区划和乡镇区划等数据;气候因子数据库,主要包括 WorldClim 全球气候数据库^[15]和 CliMond 全球生物气候学建模数据库^[16];土壤数据库,主要来源于全球土壤数据库(Harmonized World Soil Database, HWSD),包括土壤名称、质地、有效含水量、有机质、酸碱度、电导率等指标;中药材分布空间数据库,由全球药用植物野生分布和产地数据以及第三次全国中药资源普查数据与基础地理信息数据整理、集成而来。

1.3 GMPGIS 系统分析方法

1.3.1 数据标准化

在进行相似性聚类分析前必须将各种数据进行标准化处理,主要包括数据同趋化处理和无量纲化处理。数据标准化的方法较多,常用的有“min-max 标准化”、“Z-score 标准化”和“按小数定标标准化”等。GMPGIS 系统采用的是“min-max 标准化”方法,对原始数据进行线性变换,并将数据值归一化到 0-100,以消除不同量纲的影响。如公式(1)所示:

$$x' = \frac{x - \min}{\max - \min} \times 100 \quad (1)$$

1.3.2 相似性聚类分析

聚类分析(Cluster Analysis)是指将数据划分为不同的类或者簇的过程,又叫聚类。使同一个簇中的对象有很大的相似性,而与其它簇之间的对象有很大的差异性,由聚类产生的集合称为簇类。GMPGIS 系统所用的聚类分析是将每一个空间栅格作为一个聚类对象,输入的 n 个生态因子数值作为该栅格的聚类条件,每个栅格可以看成是一个 n 维的向量,那么第 i 个栅格的向量可以表示为: $X_i = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ 。系统采用欧氏距离聚类算法,将不同栅格按栅格间欧氏距离大小进行空间最小距离聚类分析,第 i 个栅格对象与第 j 个栅格对象间距离如公式(2)所示。

$$d_{ij} = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2} \\ = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

1.3.3 栅格重分类

根据聚类产生的结果 $[Min_{d_{ij}}, Max_{d_{ij}}]$,对整个栅格进行重分类,找出具有最大生态相似度的区域。

2 分析结果

2.1 鹅掌草分布点数据

本文在全球范围内分别对中国、日本及俄罗斯远东地区等鹅掌草主要分布区进行了选点。通过野外实地采集地乌药材原植物样品,同时查阅《中国植物志》电子版网站*、中国数字植物标本馆**、全球生物多样性信息网络***等网站及相关文献,选择鹅掌草道地产区、主产区、野生分布区的 195 个样点进行鹅掌草全球产地生态适宜性分析(表 1)。

表 1 鹅掌草全球范围内选样点及数量

区域	样点	采样数量
国内	湖北、四川、云南、重庆、陕西、甘肃、贵州、江苏、浙江、湖南、江西	119
国外	日本、俄罗斯、芬兰、苏丹	76

* <http://frps.eflora.cn>

** <http://www.cvh.org.cn>

*** <http://www.gbif.org>

2.2 鹅掌草主要分布区气候特征分析

地乌药材原植物鹅掌草为阳性植物,性喜凉爽、潮润、阳光充足的环境,较耐寒,忌高温多湿。适应性较强,在偏酸、偏碱及中性土壤中均能生长^[17]。本文参照鹅掌草植株生物学特性,选取了气候因子数据库中的年均温(BIO1)、最热季均温(BIO10)、最冷季均温(BIO11)、年均降水(BIO12)、年均辐射(BIO20)、由月均上午9时相对湿度和月均下午3时相对湿度计算得到的年均相对湿度以及土壤数据库中的土壤类型等7个对其生长影响较大的生态因子用于鹅掌草的产地适宜性研究。由 GMPGIS 系统分析得到的鹅掌草全球范围内主要生长区域生态因子范围如表2所示。

GMPGIS 系统分析得出,鹅掌草主要分布区的最热季均温最高为 30.8℃,而最冷季均温最低可以达到 -26.2℃,这充分体现了鹅掌草耐寒、忌高温的生物特性;而鹅掌草忌多湿、耐干旱的特点则体现在年均相对湿度和年均降水量均较小上。可以看出,本研究获得的鹅掌草主要生长区域的生态因子范围与其生物学特性基本吻合,验证了该系统选用的鹅掌

草分布数据的可靠性和科学性。

2.3 鹅掌草生态适宜产区分析

根据上述获得的生态因子数值范围,利用 GMPGIS 系统预测得到鹅掌草最大生态相似度区域全球分布和全国分布。

2.3.1 鹅掌草在全球的最大生态相似度区域分析

由图1可知:鹅掌草在全球的最大生态相似度区域主要分布在亚洲的中国、哈萨克斯坦、伊朗、土耳其、印度、日本;欧洲的俄罗斯、乌克兰、西班牙、法国;北美洲的美国、加拿大、墨西哥;大洋洲的澳大利亚;非洲的南非以及南美洲的阿根廷、巴西等地区。鹅掌草全球最大生态相似度区域面积比例图见图2,鹅掌草在美国、俄罗斯、加拿大和中国的最大生态相似度区域面积最大,约占鹅掌草全球最大生态相似度区域面积的一半。

2.3.2 鹅掌草在中国的最大生态相似度区域分析

基于鹅掌草在中国的样点信息,根据 GMPGIS 系统分析得到鹅掌草在中国的最大生态相似度区域分布(图3)。结果显示,鹅掌草在中国的最大生态相似度区域主要包括陕西省、湖北省、浙江省、云南省、

表2 鹅掌草全球范围内主要生长区域生态因子值

主要气候因子	最冷季均温 /	最热季均温 /	年均温 /	年均相对湿度 /%	年均降雨量 /mm	年均日照 /W·m ⁻²
数值范围	-26.2~22.6	8.8~30.8	-5.1~27.4	26.3~75.2	163.0~2 364.0	89.2~204.5
主要土壤类型	淋溶土、始成土、薄层土、暗色土、高活性强酸土、人为土等					

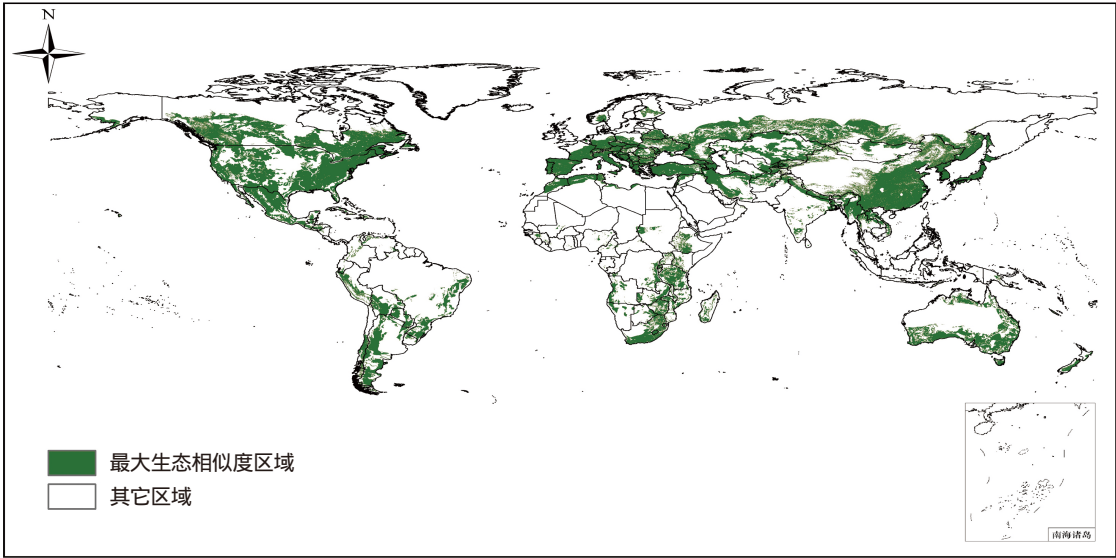


图1 鹅掌草最大生态相似度区域全球分布图

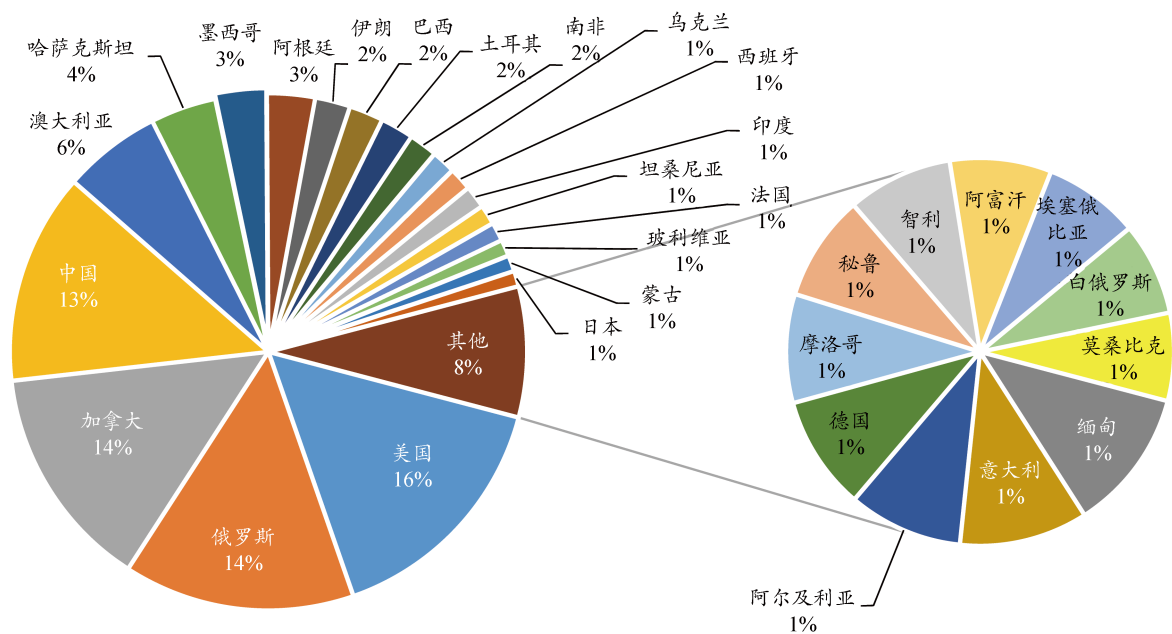


图2 鹅掌草全球最大生态相似度区域面积比例图

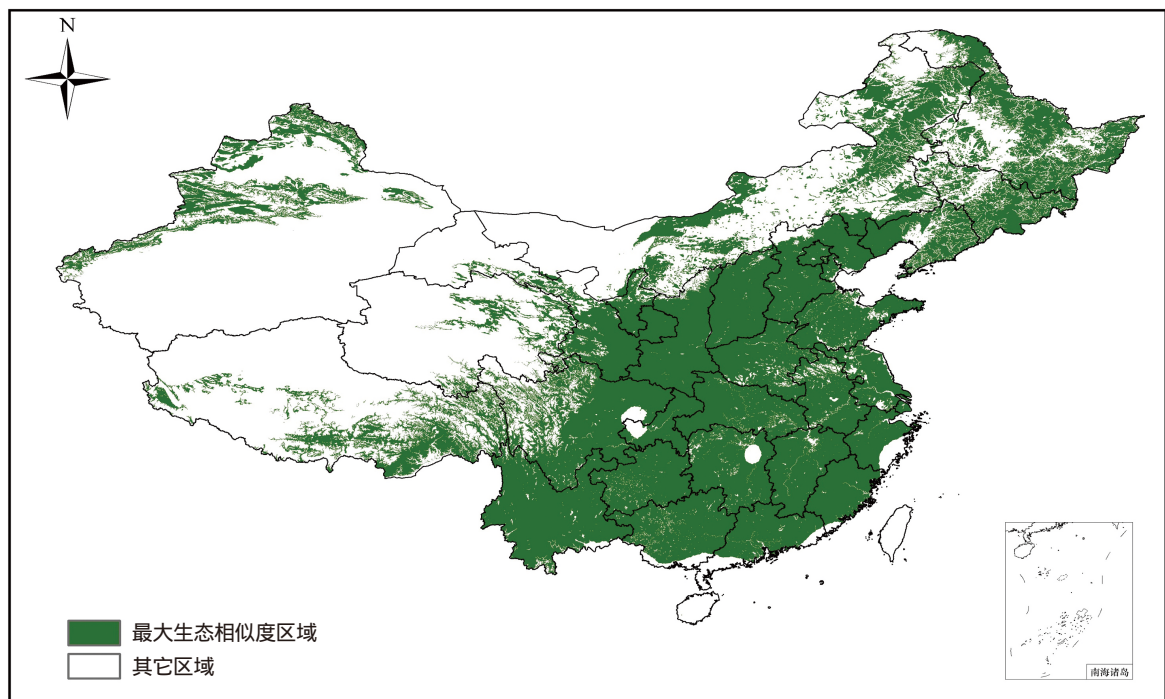


图3 鹅掌草最大生态相似度区域中国分布图

贵州省、安徽省、江苏省、重庆市、四川省、甘肃省、江西省、山东省、山西省、河北省、广东省、广西省等。据《中国植物志》^[18]记载，地乌药材原植物林鹅掌草分布于云南省西北部、四川省、贵州省、湖北省西部、湖南省、江西省、浙江省西北部、江苏省南部、陕西省

南部、甘肃省南部，在日本和苏联远东地区也有分布。对比可以发现，由GMPGIS系统分析得出的鹅掌草生态适宜区域与《中国植物志》及相关文献^[19-20]记载的分布范围基本吻合，可以证实GMPGIS系统的科学性和导向性。根据分析结果，结合鹅掌草生物学

特性,并考虑其自然条件、社会经济条件、药材主产地栽培和采收加工技术,建议选择引种栽培研究区域主要以陕西、湖北、重庆、贵州、云南等省(区)为宜。

3 讨论

药用植物资源的分布、产量及质量均与区域生态环境有直接关系,不同环境因素作用下的同一品种中药材,其药性、产量、品质都会有较大差别^[21]。因此,气候条件相似是中药材引种的基本原则^[22]。温度、光照、水分及土壤作为构成环境的主要生态因子,与中药材品质密切相关,是中药材产地适宜性分析的主要评价指标^[23]。本课题组在GIS组件的基础上,自主研发了药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统(GMPGIS),将影响中药材生长的主要生态因子进行了量化和综合分析,以期能科学、快速、准确地计算出与中药材道地产区生态环境最为相似的区域,从而科学地引导中药材引种、扩种及区划。

本文首次以地乌药材原植物鹅掌草为分析研

究对象,引进GIS软件作为主要分析平台,采用GMPGIS系统,分析得到了鹅掌草在全球的生态适宜区域,并给出主要分布区域的生态因子范围及最大生态相似度区域分布图。同时,将GMPGIS系统分析结果与文献记载进行对比,结果证实了GMPGIS系统分析结果的可靠性和准确性,为中药材的引种、扩种以及种植区划提供了理论依据。目前,有关鹅掌草品质生态学方面的研究较少,而鹅掌草品质的好坏直接关系到地乌药材商品的价格和销量,对整个地乌产业的发展影响较大。因此,很有必要加强对鹅掌草品质生态学方面的研究,为生产高品质的地乌药材提供理论基础。GMPGIS系统的成功研发,使中药材种植区域可以扩大至全球范围,能解决中药材种植与农田、林地等土地资源间的矛盾,对中药材全球化具有推动作用。相信随着全球气候因子数据库、土壤数据库等各项基础数据库的日益完善,以及对算法、各生态因子研究的进一步深入,药用植物全球产地生态适宜性分析将更加科学合理。

参考文献

- 1 江苏新医学院. 中药大辞典. 上海: 上海科学技术出版社, 1975: 802.
- 2 李采兰. 贵州民间药物. 贵阳: 贵州人民出版社, 1965: 212.
- 3 万定荣. 湖北省土家族常用植物药(毛茛科). 中药材, 1990, 13(3): 13-15.
- 4 李宏飞. 珍稀药用植物林荫银莲花种苗繁殖技术研究. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文, 2008.
- 5 王文采. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1980, 28: 16-18.
- 6 傅书遐. 湖北植物志(第一册). 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001: 351-352.
- 7 方志先, 廖朝林. 湖北恩施药用植物志. 武汉: 湖北科学出版社, 2006: 274-275.
- 8 邴飞虹, 张国斌. 国家五类新药——地乌风湿安胶囊. 湖北中医杂志, 2005, 27(1): 48-49.
- 9 邴飞虹, 江俊, 郭晓林. 银莲花胶囊抗过敏及抗炎作用研究. 湖北中医学院学报, 1999, 1(2): 55.
- 10 张慧源, 张志英. 中国中药资源志要. 北京: 科学出版社, 1994: 313-317.
- 11 陈士林, 张本刚, 杨智, 等. 全国中药资源普查方案设计. 中国中药杂志, 2005, 30(16): 1229-1232.
- 12 肖培根, 陈赞声, 汤以佳, 等. 中国药用植物多样性的保护. 北京: 中国医学科学院药用植物资源开发研究所, 1994: 18-38.
- 13 陈士林, 魏建和, 黄林芳, 等. 中药材野生抚育的理论与实践探讨. 中国中药杂志, 2004, 29(12): 1123-1126.
- 14 陈士林, 索凤梅, 韩建萍, 等. 中国药材生态适宜性分析及生产区划. 中草药, 2007, 38(4): 481-487.
- 15 Zhuravlev Y N, Koren O G, Reunova G D, et al. Ginseng conservation program in Russian primorye: Genetic structure of wild and cultivated populations. J Ginseng Res, 2004, 28(1): 60-66.
- 16 Zhuravlev Y N, Reunova G D, Kats I L, et al. Genetic variability and population structure of endangered Panax ginseng in the Russian Primorye. Chin Med, 2010, 5(21): 1-9.
- 17 Phillips R, Rix M. Photographs of over 3,000 species and cultivars of ornamental plants together with brief cultivation notes, details of habitat etc. Pan Books, 1991.
- 18 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第28卷). 北京: 科学出版社, 1980: 1-56.
- 19 刘阿萍. 陕西省银莲花属药用植物资源调查. 陕西中医学院学报, 2007, 30(4): 58-60.
- 20 庄德斌, 杜春艳. 林荫银莲花及丰产栽培技术. 中国林副特产, 2011(4): 55-56.
- 21 郭兰萍. 影响苍术质量的生态因子研究. 北京: 中国中医科学院博士学位论文, 2005: 134.
- 22 孙成忠, 赵润怀, 陈士林, 等. 基于聚类的空间数据挖掘技术在中药资源分析中的应用. 测绘通报, 2008, 9: 46-49.
- 23 谢彩香, 宋经元, 韩建萍, 等. 中药材道地性评价与区划研究. 世界科学技术—中医药现代化, 2016, 18(6): 950-957.

Suitability Evaluation of *Anemone Flaccida*'s Global Producing Area Based on GMPGIS

Wu Mingli^{1,2}, Hu Zhigang², Pei Hong³, Tang Yuwen², Xiong Chao^{1,2}, Li Xiwen¹

(1. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

2. Pharmacy Faculty, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China;

3. GKH Pharmaceutical Ltd., China)

Abstract: Global geographic information system for medicinal plant (GMPGIS) was developed and used to analyze the suitable producing area of *A. flaccida* based on 195 occurrence records in the main producing area of the species. Seven key factors referred to plant growth, such as annual mean temperature, annual precipitation, annual mean radiation, annual mean relative humidity and soil type, were chosen to be considered. The result showed that the suitable area for *A. flaccida*' growth mainly involved United States, Russia, Canada, China, Australia, Kazakhstan, Mexico, Argentina, Iran, Brazil, Turkey, Ukraine and South Africa, etc. What's more, the ecological suitability regions of *A. flaccida* in China mainly covered Shanxi, Guizhou, Gansu, Sichuan, Hubei, Chongqing, Zhejiang, Yunnan, Jiangsu and Hunan provinces, etc. In conclusion, it was demonstrated that GMPGIS was scientific and valuable for the ecological suitability analysis of medicinal plants, which provided a reference for analyzing suitable producing areas and the introduction of *A. flaccida*.

Keywords: *Anemone flaccida*, ecological suitability, ecological factors, GMPGIS

(责任编辑 :朱黎婷 ,责任译审 :朱黎婷)