

基于 GMPGIS 的阳春砂全球产地区划

宫璐¹ 叶育石² 吴杰³ 吴明丽³ 苏贺¹ 黄志海¹

(1 广州中医药大学第二临床医学院, 广州, 510006; 2 中国科学院华南植物园, 广州, 510650; 3 中国中医科学院中药研究所, 北京, 100700)

摘要 目的: 我国阳春砂资源紧缺, 开展阳春砂全球产地生态适宜性分析, 为阳春砂的人工引种提供科学依据, 以保障阳春砂资源的可持续利用。方法: 全球范围搜集阳春砂分布样点 108 个, 应用药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统 (GMPGIS) 系统对其进行分析, 得到阳春砂在全球范围的潜在种植区。结果: 阳春砂在世界范围的生态适宜产区总面积为 440 多万平方千米, 除中国外, 还有巴西、刚果等 56 个国家 (或地区) 也具备阳春砂生长的生态条件; 阳春砂在国内主要产区为广东、广西、云南和福建。结论: GMPGIS 为阳春砂的全球人工种植提供科学指导, 以保护阳春砂的药用资源。

关键词 阳春砂; 生态适宜性; GMPGIS; 全球区划

Global Production Area Prediction of Amomum Villosum Lour. through GMPGIS

Gong Lu¹, Ye Yushi², Wu Jie³, Wu Mingli³, Su He¹, Huang Zhihai¹

(1 The Second Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2 South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 3 Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract Objective: In order to ensure the sustainable utilization of the natural resources of Amomum villosum Lour., the global ecological suitability analysis was carried out by Global geographic information system for medicinal plant (GMPGIS). **Methods:** A total of 108 distribution sites were collected and put into the system. Seven ecological factors were made cluster analysis to predict the suitable ecological region and potential artificial cultivation area. **Results:** A total area of about 4 400 000 square kilometers was found suitable for planting Amomum villosum globally. In addition to China, Brazil, Congo and other 56 countries or regions also had ecological conditions for Amomum villosum growth. Guangdong, Guangxi, Yunnan and Fujian were the main producing areas in china. **Conclusion:** GMPGIS provides scientific guidance for the global artificial cultivation of Amomum villosum.

Key Words Amomum villosum; Ecological suitability; GMPGIS; Global regionalization

中图分类号: [R282. 2] 文献标识码: A doi: 10. 3969/j. issn. 1673 - 7202. 2017. 05. 007

砂仁是常用中药,《中华人民共和国药典》(2015 年版一部)记载砂仁来源于姜科植物阳春砂 *Amomum villosum* Lour.、绿壳砂 *Amomum villosum* Lour. var. *xanthioides* T. L. Wu et Senjen、海南砂 *Amomum longiligulare* T. L. Wu 的干燥成熟果实。性辛、温,具化湿开胃,温脾止泻,理气安胎之功效;用于湿油中阻,脘痞不饥,脾胃虚寒,呕吐泄泻,妊娠恶阻,胎动不安^[1]。除药用外,砂仁又可作为食品、调味剂、保健品、药膳、制茶、造纸原料、兽药等使用。砂仁以广东省阳春县为道地产区,所产阳春砂质量好、产量大,成为砂仁中的主流品种^[2]。阳春砂野生资源稀少,药材主要来自于人工栽培品,因阳春砂自身的生物学特性所限,主产区局限于广东、广西、云南、福建等少数几个省份。受阳春砂授粉困难、产量过低等影响,除道地产区外,其他地区阳春砂种植规模及产量均面临下降趋势^[3]。而近些年来道地产区广

东阳春也因城市经济发展,山地资源不断遭到人为开发与破坏,导致阳春砂的生长环境严峻,药材资源受到严重威胁^[2]。因此,在全球范围发掘阳春砂的适宜种植区对于阳春砂资源的可持续利用意义重大。

生态环境是影响药材种植的最重要因素。由中国中医科学院中药研究所自主研发的 GMPGIS 系统是全球首个中药材产地生态适宜性分析系统。该系统将与中药材生长环境相关的生态因子 (降水、温度、湿度、土壤、日照) 量化成栅格数据结构,然后对网格数据进行空间聚类分析,并根据中药材产地生态相似度大小确定药材引种区。本研究应用 GMPGIS 系统对阳春砂进行全球产地区划,为阳春砂在全球范围寻找适宜的人工种植区域提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 数据来源 通过文献查阅^[2-6]、标本查询^[7]和

基金项目: 广东省中医院专项 (编号: 2015KT1817) —— 岭南中草药 DNA 条形码分子鉴定和生态适宜性研究; 中国中医科学院中医药健康服务专项 (编号: ZZ0908067) —— 200 余种岭南中草药 DNA 条形码研究

通信作者: 黄志海, 主任中药师, 研究方向: 中药资源与质量控制, E-mail: 1925196926@qq.com

数据库^[8]查询等多种方式,在全球范围选择阳春砂分布点共 108 个进行分析(表 1)。其中中国分布点 94 个,包括道地产区广东省阳春市蟠龙镇、春湾镇,阳春砂主产区广东高州、信宜、云浮,云南勐腊、勐海、景洪,广西防城、隆安、百色、扶绥、钦州,福建长泰、同安等,及阳春砂的相应省份野生分布点。老挝分布点 14 个,越南分布点 2 个,泰国分布点 2 个。

表 1 阳春砂全球分布点数据选择概况

	中国	老挝	越南	泰国
数量	94 个	14 个	2 个	2 个
区域	广东、云南、广西、福建	万象、占巴塞、丰沙里	林同	清迈、博他仑

1.2 研究方法 GMPGIS 系统对中药材生态因子的栅格数据进行空间聚类分析,然后对药材适宜产区进行预测。在进行相似性聚类分析前,采用线性标准化方法进行数据标准化处理,以消除不同量纲的影响: $x^1 = \frac{x - \min}{\max - \min} \times 100$ 。以每个空间栅格作为一个聚类对象,n 个生态因子数值作为该栅格的聚类条件,每个栅格都可以看成 n 维空间中的一个点,因此,根据栅格间距离大小,将不同栅格进行空间最小距离聚类: $d_{ij} = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2} = \left[\sum_{k=1}^n (x_{ki} - x_{kj})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$ 根据距离计算结果 $[Min_{dij}, Max_{dij}]$,对栅格进

行重分类,找出与药材道地产区具有最大生态相似度的区域。

2 结果与分析

2.1 阳春砂生态因子分析 阳春砂生长适宜温度 22~28℃,能忍受 0℃的短暂低温,但较长时间的 0℃低温或严重霜冻,直立茎将受冻死亡;阳春砂喜湿、怕涝、忌旱,一般要求空气相对湿度 75%~90%,孕蕾期至开花结果期空气相对湿度 90%以上,土壤最适含水量为 25%~27%;阳春砂为半阴生植物,喜欢漫射光,忌阳光直射;对土壤要求不甚严格,一般的砂质壤土或多种类型的壤土均可种植^[3]。阳春砂在我国主要分布于热带亚热带季风气候地区,气候温暖,年平均气温 19~22℃;低温期及霜冻期短,光照充足,雨量充沛,年降水量在 1 000 mm 以上,空气相对湿度在 90%以上^[3]。其道地产区阳春市属亚热带季风气候区,地处云雾山脉、天露山脉的中段与河尾山的八甲大山之间,光照时间长、热量丰富、雨量充沛、季风活动明显,土壤为红黄壤土,年平均气温 22.3℃、年降水量 2 385 mm^[4]。

经 GMPGIS 系统分析得到阳春砂在全球范围主要生长区域的生态因子值如表 2 所示,由表可知,生态因子各项数值符合阳春砂的生长条件,表明该系统预测结果具有可信性。

表 2 全球范围内主要生长区域生态因子值

主要气候因子	年均温(℃)	最冷季均温(℃)	最热季均温(℃)	年均相对湿度(%)	年均降雨量(mm)	年均日照(W/m ²)
数值范围	15.9~26.8	8.1~24.6	19.6~29.4	66.4~76.2	1 081~3 247	130.0~165.1
主要土壤类型	强淋溶土、人为土、铁铝土、高活性强酸土、淋溶土、黏缁土、始成土等					

2.2 阳春砂全球产地区划 经 GMPGIS 系统分析得到阳春砂的全球最大生态相似度区域分布图(图 1),由图可以看出,亚洲、美洲、非洲均有部分区域适宜阳春砂生长。统计后发现,阳春砂的全球最大生态相似度区域位于 57 个国家(或地区),总面积为 4 417.2×10³ km²,主要国家包括巴西、刚果、中国、缅甸、美国、老挝等(图 2)。其中排名前 3 位的巴西、刚果和中国阳春砂最大生态相似度区域面积分别为 1 325.0×10³ km²、662.5×10³ km² 和 536.0×10³ km²,占全球全部阳春砂最大生态相似度区域面积的 57.13%。

根据分析结果,结合阳春砂生物学特性,并考虑自然、社会经济、药材主产地栽培和采收加工技术等条件,建议国际阳春砂栽培区域主要为中国,引种栽培研究区域主要以巴西、刚果、缅甸、美国、老挝等国为宜。

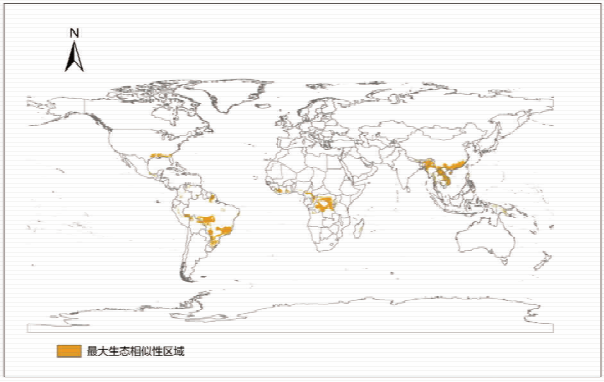


图 1 阳春砂全球最大生态相似度区域分布图

2.3 阳春砂国内产地区划 阳春砂在国内的最大生态相似度区域主要位于广西、广东、云南、福建等省份(表 3),与目前阳春砂主产区情况基本一致。阳春砂自古均以广东阳春为道地产区,后逐渐引种到阳春周围;20 世纪 60 年代引种至云南、福建、广西等地。云南因原始森林的种植环境具有得天独厚

的昆虫授粉条件,无需人工授粉,使得种植成本大大降低,因此在 20 世纪 90 年代至 21 世纪初取代广东阳春成为阳春砂的主产区,种植面积远大于广东,药材总产量也处于全国领先地位^[6]。然而近些年云南地区阳春砂经济效益下滑,影响药农种植积极性,与此同时广东阳春地区在政府的大力扶持下,面积及规模逐渐扩大,重新成为阳春砂的最大主产区^[5]。除此之外,江西、海南、台湾、浙江等地区也有阳春砂的适宜生长区分布。

根据分析结果,结合阳春砂生物学特性,并考虑自然、社会经济、药材主产地栽培和采收加工技术等条件,建议国内阳春砂引种栽培研究区域主要以广东、广西、云南、福建为宜。

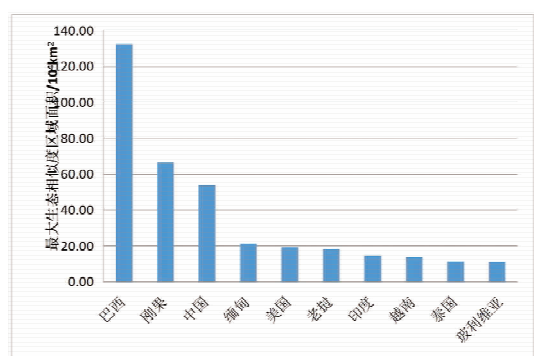


图2 阳春砂最大生态相似度区域全球主要国家分布面积



图3 阳春砂全国最大生态相似度区域分布图

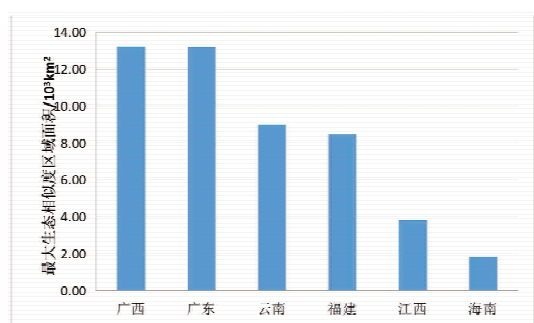


图4 阳春砂最大生态相似度区域国内主要省份分布面积

3 讨论

作为“四大南药”“十大广药”之一的阳春砂,因资源稀缺,在 2016 年成为广东省立法保护的 8 大南

药品种之一。阳春砂在我国道地产区及引种区目前处于种植规模降低及资源濒危的局面,严重威胁阳春砂资源的开发和利用。本研究应用 GMPGIS 系统进行阳春砂全球生态适宜性预测,发现除中国外,世界上还有其它国家和地区具备种植阳春砂的生态条件,其中南美的巴西和非洲的刚果阳春砂适宜种植区面积甚至超过中国。该研究结果为阳春砂的人工种植和资源可持续利用提供了科学指导。

产自道地产区广东阳春的阳春砂被认为质量较其他区域更好,赵红宁等^[4]采用气相色谱法测定广东、广西、云南、福建等不同产地阳春砂样品中樟脑、龙脑、乙酸龙脑酯有效成分的质量分数,研究结果显示,这 3 种成分的质量分数有明显差异,产自于广东阳春的样品中质量分数均较高。张丹雁^[3]等在对广东、云南等阳春砂主产区的生产栽培现状调查研究中发现,由于栽培的气候、土壤、水分等生态条件的不同以及栽培技术上的差异,致使阳春砂在株型、成品性状、农艺学性状等方面存在着差别。药材的质量一方面受环境因素的影响,另一方面受到药材自身的遗传因素影响。阳春砂的栽培品种尽管没有明确的定义,但在道地产区广东阳春的 actual 种植过程中分为长果砂仁和圆果砂仁 2 种类型,另外,还有人工选育的“春选”品种^[9]。何瑞等^[10]通过对 3 个品种的果实与花进行形态调查后发现,不同栽培品种具有各自可区别的显著特征;黄琼林^[11-12]等应用 ISSR 分子标记和 26S rDNA 和 matK 基因序列对该 3 个品种进行鉴别和亲缘关系分析研究,发现长果阳春砂和圆果阳春砂亲缘关系较近,与春选相区别,通过碱基位点的差异可将其进行区分。在以后的阳春砂品质生态学研究中,应加强对阳春砂不同栽培品种的比较研究,在品种鉴定的基础上进行不同产地阳春砂的实验研究,以排除遗传因素对阳春砂品质差异的影响,更为客观地发掘影响阳春砂品质的关键生态因子,为提高阳春砂的人工栽培质量奠定基础。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:253.
- [2] 欧阳霄妮. 阳春砂资源调查与品质评价研究[D]. 广州:广州中医药大学,2010.
- [3] 张丹雁. 阳春砂种质资源研究[D]. 广州:广州中医药大学,2008.
- [4] 赵红宁,黄柳芳,刘喜乐,等. 不同产地阳春砂仁药材的质量差异研究[J]. 广东药学院学报,2016,31(2):176-180.

(下接第 995 页)

州柚幼果,作为毛橘红胎入药。化州柚鲜果重量增加的峰值出现在成果 41 d 时,几乎为 1 周前的 4 倍,此时其干果皮总黄酮含量 16.81%,柚皮苷含量 13.01%,此时采果作为化橘红原药材,其质量较优。林兰稳等^[13]在化橘红主产区化州市选择了 16 个采样点,并在 5 月化橘红幼果采收期同时同地采集土壤、叶片和幼果进行分析。结果显示化橘红产地大部分采样点土壤的有效钙和有效镁含量处于很低水平,而土壤有效硫含量较高;化橘红产地多数采样点土壤的有效铜、锌、锰、硼、铝含量处于中-低-很低水平;化橘红幼果中黄酮、柚皮苷含量与其叶片中的锰含量呈极显著相关关系,与土壤有效铜、有效硫呈显著或极显著的正相关关系。因此,化橘红产地应适当施用铜、锰等微量元素肥料。另外王荣梅^[14]等人在市场上购买了 43 批化橘红药材进行检测,结果显示化州产的化橘红主要活性成分柚皮苷远高于其他产区。

5 讨论

通过 GMPCIS 系统分析结果显示化橘红主要分布于热带和亚热带区域,该分析结果囊括了已查阅文献记载的产区,同时系统还分析预测出未提及的潜在适宜产区,包括巴西东南部(面积第 2),美国东部(面积第 3)等潜在适宜产区,该区域都符合化橘红的生物学环境,可发展成为化橘红引种栽培的新区域,对化橘红的合理生产布局具有重要的意义。

化橘红是十大广药之一,其道地产区为广东省化州市,目前化橘红的产区仍然集中在广东、广西的少数几个地区。种植面积过小,种植产量依旧不能满足国内及国际市场的需求。因此本研究对于我国国内扩大化橘红生产面积、缓解供不应求的现状、科学合理的指导化橘红生产的布局调节具有极其重要

的意义。根据分析结果,结合化橘红的生物学特性,并考虑生产成本、土地供给、交通运输、栽培技术及采收加工技术等诸多因素,建议选择引种栽培区域主要以广东、广西、云南、湖南等地为佳。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015:45.
- [2] 朱蕴茵. 岭南中药化橘红研究进展[J]. 亚太传统医药,2016,12(24):62-63.
- [3] 肖耀军. 关于橘红与化橘红的鉴别及合理使用[J]. 北京中医药,2012,31(10):772-775.
- [4] 陈士林,索凤梅,韩建萍,等. 中国药材生态适宜性分析与生产区划[J]. 中草药,2007,38(4):481-487.
- [5] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京:中国人民大学出版社,2004:54-92.
- [6] 廖彦秋,李泮霖,廖文波,等. 南药化橘红基原考证[J]. 中药材,2015,38(2):401-404.
- [7] 李润唐,李映志,张映南,等. 化橘红种质资源的植物学性状观察[J]. 广东农业科学,2010,37(8):43-44.
- [8] 刘如良,马秀红. 橘红与化橘红的药材应用鉴别[J]. 光明中医,2008,23(8):1196-1197.
- [9] 莫小路,蔡岳文,曾庆钱. 中药化橘红的研究进展[J]. 食品与药品,2007,9(6):39-41.
- [10] 陈建华,林焕泽,廖景辉. 化橘红生源化州柚与柚的生药学研究[J]. 中国当代医药,2011,18(35):56-57.
- [11] 张太平,彭少麟,王峥峰,等. 柚类种质资源研究与保护概况[J]. 生态科学,2001,20(3):8-13.
- [12] 林励,李向明,万建义,等. 化橘红药材质量评价、监测与应用研究[J]. 中国现代中药,2010,12(8):21-26.
- [13] 林兰稳,钟继洪,骆伯胜,等. 化橘红产地土壤中微量元素分布及其与化橘红药用有效成份的相关关系[J]. 生态环境学报,2008,17(3):1179-1183.
- [14] 王荣梅,李启艳,谢胜胜. 市售化橘红质量评价[J]. 药物分析杂志,2014,33(4):669-672.

(2017-04-10 收稿 责任编辑:徐颖)

(上接第 991 页)

- [5] 张丹雁,刘军民,熊清平,等. 阳春砂资源调查与分析[J]. 广州中医药大学学报,2008,25(1):77-80.
- [6] 陈彩英,詹若挺,王小平. 砂仁品种、种质资源的考证溯源[J]. 山东中医药大学学报,2011,35(4):354-357,376.
- [7] 中国数字植物标本馆[EB/OL]. <http://www.cvh.ac.cn/search>.
- [8] Global Biodiversity Information Facility[EB/OL]. <http://www.gbif.org/occurrence/search?>.
- [9] 张丹雁,刘军民,徐鸿华. 阳春砂不同栽培品种的比较鉴别[J]. 广州中医药大学学报,2005,22(1):1-3.

- [10] 何瑞,杨锦芬,詹若挺,等. 道地产区不同栽培品种阳春砂果实与花形态特征调查与分析[J]. 广州中医药大学学报,2010,27(1):57-61.
- [11] 黄琼林,杨锦芬,詹若挺,等. 基于 ISSR 分析的阳春砂分子鉴别[J]. 中药新药与临床药理,2010,21(5):518-521.
- [12] 黄琼林,杨锦芬,段中岗,等. 基于 26S rDNA D1-D3 区和 mat K 基因序列分析的阳春砂分子鉴别[J]. 广州中医药大学学报,2010,27(2):151-155.

(2017-04-10 收稿 责任编辑:徐颖)