

北细辛全球产地生态适宜性分析及品质生态学研究^{*}

沈 亮 吴 杰 李西文^{**}

(中国中医科学院中药研究所 北京 100700)

摘 要 :目的 :通过开展北细辛全球范围内产地生态适宜性分析及品质生态学研究 ,为北细辛合理规划生产布局提供科学依据。方法 :采用中国中医科学院中药研究所自主研发的“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统”(GMPGIS) ,以北细辛道地产区、主产区和野生分布区的 396 个采样点的生态环境因子值为依据 ,经 GMPGIS 分析得出北细辛全球范围内的生态适宜产区和潜在种植区。结果 :北细辛在世界范围内的生态适宜产区为美国、加拿大、俄罗斯、中国、日本、朝鲜等国家 ;北细辛在中国的主要适宜产区为黑龙江、吉林、辽宁、陕西、甘肃、湖北、云南等省区。本文同时从品质生态学角度归纳阐述了气候及土壤等因素对北细辛品质的影响。结论 :本文研究结果与近年来北细辛主产区及引种区发展相吻合 ,可为北细辛保护抚育、引种栽培及高品质药材的规范化种植提供科学依据。

关键词 :北细辛 生态适宜性 GMPGIS 生态因子

doi :10.11842/wst.2016.08.011

中图分类号 :R282.2

文献标识码 :A

北细辛 *Asarum heterotropoides* Fr. Schmidt var. *mandshuricum* (Maxim.) Kitag. 为马兜铃科植物的干燥根和根茎 ,与汉城细辛并称为“辽细辛”^[1-2]。北细辛性温 ,味辛 ,具解表散寒、通窍止痛、温肺化饮等功效 ,主要用于治疗外感风寒、鼻塞多涕、头痛、关节痛、口舌生疮、口腔炎、慢性支气管炎等疾病^[3]。药理研究表明 ,北细辛醇溶性浸出物具有抗炎、强心等作用 ,细辛脂素具有抗病毒、抗结核杆菌等作用^[4-5]。此外 ,北细辛独特的药理功效及味辛特性又可用于化妆品、卫生球、防蚊卫生油等产品开发 ,广泛的应用价值使北细辛药材需求量进一步加大。目前 ,中国已批准的药物中含有细辛药材的有 176 种^[6]。随着北细辛野生资源过度采挖 ,加之其生长缓慢、结实率低等原因 ,依靠自然繁殖已无法满足市场需求。邵财等调查得出市场上流通的北细辛野生药材已经不足 1%^[7]。自 20 世纪 70 年代起 ,中国北细辛栽培

取得成功后 ,种植面积逐渐扩大 ,但盲目扩张、栽培技术参差不齐 ,使得北细辛产量不高、质量不稳 ,难以满足日益增长的临床用药需求^[8] ,开展北细辛生态适宜产区分析对其科学区划及种植具有重要意义。另有研究表明 ,生态因子对药材产量及质量影响较大 ,不同环境下的同一药材由于生态气候条件不同 ,其药材品质有显著差异。谢彩香等^[9] 研究表明温度是影响人参皂苷类成分累积的关键生态因子 ;土壤中有有效铁、有效硼、速效氮与人参皂苷的含量呈正相关。因此 ,概括并分析气候及土壤等生态因子对北细辛药材品质的影响 ,对其科学规范化生产具有重要意义。本研究依据中国中医科学院中药研究所自主研发的“药用植物全球产地生态适宜性区划信息系统”(Geographic Information System for Global Medicinal Plant ,GMPGIS) ,在全球范围内开展北细辛产地生态适宜性分析 ,同时概括了产地、温度、光照及土壤等气候因子对北细辛品质的影响 ,研究结果不仅为北细辛合理规划布局提供依据 ,而且可为

收稿日期 2016-07-29

修回日期 2016-08-12

^{*} 科学技术部重大新药创制国家重大科技专项子课题(2014ZX09304307001-014) :中药新药安全性检测技术与标准研究 ,负责人 :李西文 ;科学技术部重大新药创制专项子课题(2014ZX09301308-007) :苗药芪胶升白胶囊技术改造及再评价研究 ,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。

其栽培种植提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 全球范围内北细辛样点选择

根据中国数字植物标本馆(<http://www.cvh.org.cn/>),全球生物多样性信息平台(<http://www.gbif.org/>),英国邱园植物名录(<http://apps.kew.org/>),《中国植物志》^[10]及已有文献报道进行北细辛选点^[11-14],选点主要依据药材道地产区、主产区及野生分布区进行^[15,16]。本研究在全球范围内分别对中国、俄罗斯、日本、韩国等地区的北细辛进行了选点(表1),中国选点数量为346个,主要分布在黑龙江省宁安县及阿城区等地,吉林省抚松县、和龙县及长白县,辽宁省新宾县、桓仁县、凤城市、本溪县、抚顺县、鞍山市、宽甸县等地,内蒙古赤峰市红山区等4省(区)3县(市)28个乡镇;俄罗斯选点数量为10个,主要分布在符拉迪沃斯托克、库页岛等地区;日本选点数量为25个,主要分布在北海道浜顿别町章、仙台县、青森县、秋田县、宫城县等地区。韩国选点数量为15个,主要分布在首尔、京畿道、江原道等地区。

1.1.2 GMPGIS 数据来源

GMPGIS是由中国中医科学院中药研究所自主研发的用于药用植物产地适宜性分析的数据系统,该系统气候数据来源于开放存取的World Clim全球气候数据库(WorldClim-Global Climate Data)^[17]和CliMond全球生物气候学建模数据库(CliMond: Global Climatologies for Bioclimatic Modelling)^[18];土壤数据来源于全球土壤数据库(Harmonized World Soil Database,HWSD)。GMPGIS采用改进欧式距离算法进行聚类分析,然后对药材适宜产区及潜在产

区进行预测。

World Clim 全球气候数据库是由美国加州大学伯克利分校的Robert J. Hijmans、Susan Cameron 和 Juan Parra 建立的全球气候栅格数据网站,该数据库在植被分布预测及气候变化响应等领域得到广泛应用。本研究在其网站下载的气候栅格数据分辨率为30"。本文选取数据库中的年均温 BIO 1、最热季均温 BIO 10、最冷季均温 BIO 11 和年均降水 BIO 12 数据用于北细辛生态适宜产区分析。

CliMond 数据库主要来自 WorldClim 数据库和 Climate Research Unit (CRU) CL1.0 and CL2.0 数据库,主要用于物种分布模型、物种濒危模型及全球气候变化等生态领域问题研究。本研究在其数据库中下载的气候栅格数据分辨率为10',本文选取其中的年均辐射 BIO 20,月均9时相对湿度和月均15时相对湿度得出年均相对湿度用于北细辛生态适宜产区分析。

土壤数据来自全球土壤数据库(Harmonized World Soil Database,HWSD)(<http://www.iiasa.ac.at/>)。HWSD是由联合国教科文组织和国际应用系统分析研究所共同组建。HWSD数据包括土壤名称(参照FAO90土壤分类系统)、质地、有效含水量、容量、有机质、酸碱度、电导率等指标。其中土壤类型包括暗色土(andosols)、红砂土(arenosols)、黑钙土(chernozems)、钙积土(calcisols)、始成土(cambisols)、冲积土(fluvisols)、黏缋土(nitisols)、白浆土(planosols)、粗骨土(regosols)、变性土(vertisols)等28种土壤类型。

1.2 方法

1.2.1 数据标准化

数据标准化是为了消除不同属性或样方间的不齐性,使不同量纲间的数据可以进行相互比较的方

表1 北细辛全球范围内选样地点及数量

国家	选样地点	采样数量
中国	黑龙江省宁安县镜泊乡、阿城区玉泉镇,吉林省抚松县漫江镇、兴参镇、和龙县南坪镇、长白县新房子镇、辽宁省新宾县红升乡、旺清门镇、新宾镇、黑沟桓仁县八里甸子镇、北甸子乡、二来户镇、二棚甸子镇、木孟子镇、铧尖子镇、沙尖子镇、凤城市爱阳镇、大兴镇、边门镇、刘家河镇、鸡冠山镇、本溪县清河镇、抚顺县马圈子乡、鞍山市千山镇、宽甸县大川头乡、内蒙古赤峰市红山区等地	346
俄罗斯	符拉迪沃斯托克、库页岛等地	10
日本	北海道浜顿别町章、仙台县、青森县、秋田县、宫城县等地	25
韩国	首尔、京畿道、江原道等地	15

法。本系统采用线性标准化方法进行数据标准化处理,将数据值归一化到 0-100 之间进行分析,其计算公式如(1)所示。

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

1.2.2 相似性聚类分析

聚类分析(Cluster Analysis)简称聚类(clustering)是把数据对象划分成不同类或者簇的过程,同一个簇中的对象有很大的相似性,而不同簇间的对象有很大的相异性。GMPGIS 分析系统中采用的聚类分析是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,第 i 个栅格对象与第 j 个栅格间距离如公式(2)所示。

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

1.2.3 栅格重分类

根据距离计算结果 $[\min_{dij}, \max_{dij}]$,对栅格进行重分类,得出具有最大生态相似度的北细辛生态适宜产区。

1.2.4 适宜产区空间分析

适宜产区空间分析是将分类的栅格数据转换成面的矢量数据,再将生成的矢量数据和行政区划到县的数据进行相交运算,利用行政区划数据对运算后的适宜产区数据进行空间查询,得到各行政区划中的药用植物最大生态相似度区域。

1.3 数据分析

采用 ArcGIS10.2 软件对北细辛药材各生态因子值进行分析,采用 SPSS20.0 进行单因素方差分析

(ANOVA)。

2 结果与分析

2.1 北细辛生态适宜产区分析

2.1.1 北细辛全球最大生态相似度区域分析

利用研究得到的 396 个北细辛采样点的生态因子数值,根据 GMPGIS 得出北细辛主要生长区域生态因子值范围(表 2)和北细辛最大生态相似度区域全球分布图(图 1)。由图可知,适宜北细辛种植的最大生态相似度区域主要分布在亚洲的中国、日本、韩国、朝鲜,欧洲的俄罗斯、白俄罗斯、法国、意大利,大洋洲的新西兰、澳大利亚,北美洲的美国、加拿大等国家。由北细辛全球最大生态相似度区域面积比例图(图 2)得知,北细辛在美国、加拿大、俄罗斯和中国的最大生态相似度区域面积最大,其面积总和达到了北细辛全球最大生态相似度区域面积的 65.84%。

2.1.2 北细辛中国生态适宜产区分析

基于北细辛在中国的样点信息,根据 GMPGIS 分析得到北细辛在中国的最大生态相似度区域分布图(图 3)。北细辛在中国的最大生态相似度区域包括黑龙江、吉林、辽宁、陕西、甘肃、湖北、云南等地。其中,适宜产区面积前 3 位的省区分布为黑龙江、吉林和辽宁(图 4)。黑龙江省适宜产区包括宁安、阿城、宾县、延寿、尚志、巴彦、海伦等县(市),吉林省适宜产区包括敦化、安图、抚松、和龙、长白、靖宇、长岭、临江等县(市),辽宁省适宜产区包括本溪、宽甸、新抚、凤城、开原、新宾及桓仁等县(市)。黑龙江、吉林和辽宁 3 省适宜产区面积达到北细辛在中国最大生态相似度区域面积的 44.35%。

2.2 北细辛品质生态学研究

药材品质是药用植物在特定环境条件和栽培技术下的综合表现,不同生态环境下的药用植物具有不同的品质特征,其生态品质除受内部遗传因素决定外,外部产地环境因子、气象因子和土壤等环境因

表 2 北细辛全球范围内主要生长区域生态因子值

气候因子数值范围	最冷季均温 /	最热季均温 /	年均温 /	年均相对湿度 /%	年均日照 /W·m ⁻²	年均降水量 /mm
	- 20.6~2.7	9.8~23.5	- 3.7~12.6	58.2~74.1	105.8~154.4	543.0~1 696.0
土壤类型	强淋溶土、暗色土、人为土、始成土、冲积土、潜育土、有机土、薄层土等					

子对药材品质影响较大^[19]。开展北细辛品质生态学研究,为实施中药材生产质量管理规范及建立北细辛优质生产基地提供理论依据。

2.2.1 产地及采收期与北细辛药材品质

药材质量优劣除了与药材品种、栽培方法密切相关外,其有效成分形成和积累与其产地和采收时间密切相关,适宜产区的药材通常产量高、品质好^[20]。杜成智等^[21]利用水蒸气蒸馏法提取,采用

GC-MS 法分析鉴定了黑龙江、吉林和辽宁省不同批次的细辛药材中挥发油化学成分,结果表明3个产地细辛挥发油主要成分为甲基丁香酚、黄樟醚、3,5-二甲氧基甲苯等,且细辛中主要有效成分甲基丁香酚含量高低顺序为黑龙江>辽宁>吉林,这可能与药材种植土壤、气候、采挖年限、季节等因素有关。吴艳蓉等^[22]对8个不同产地的北细辛种子性状及马兜铃酸A含量进行测定,结果表明粒大饱满、活力较

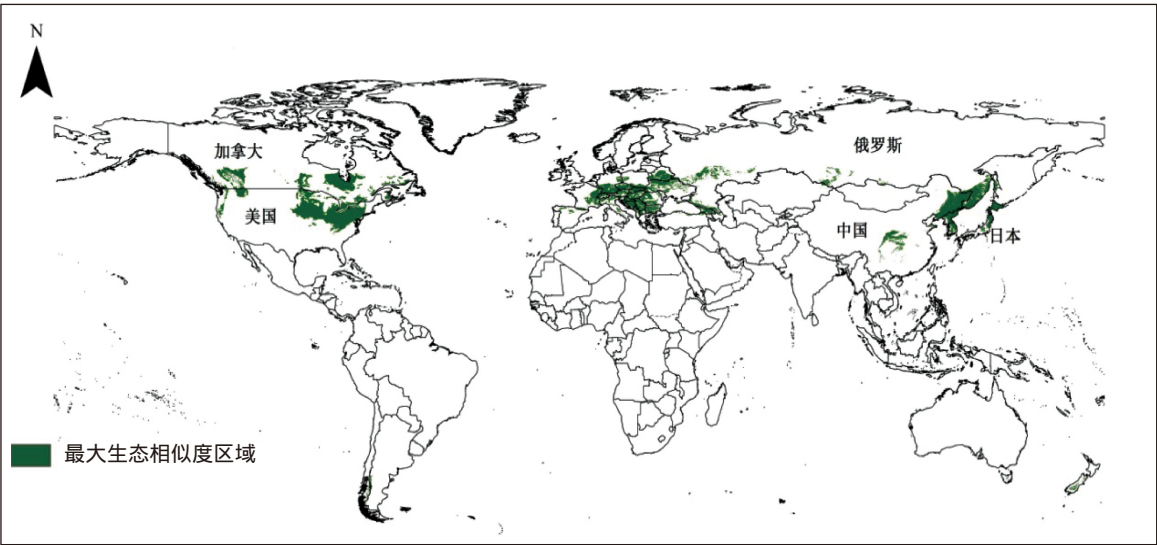


图1 北细辛最大生态相似度区域全球分布图

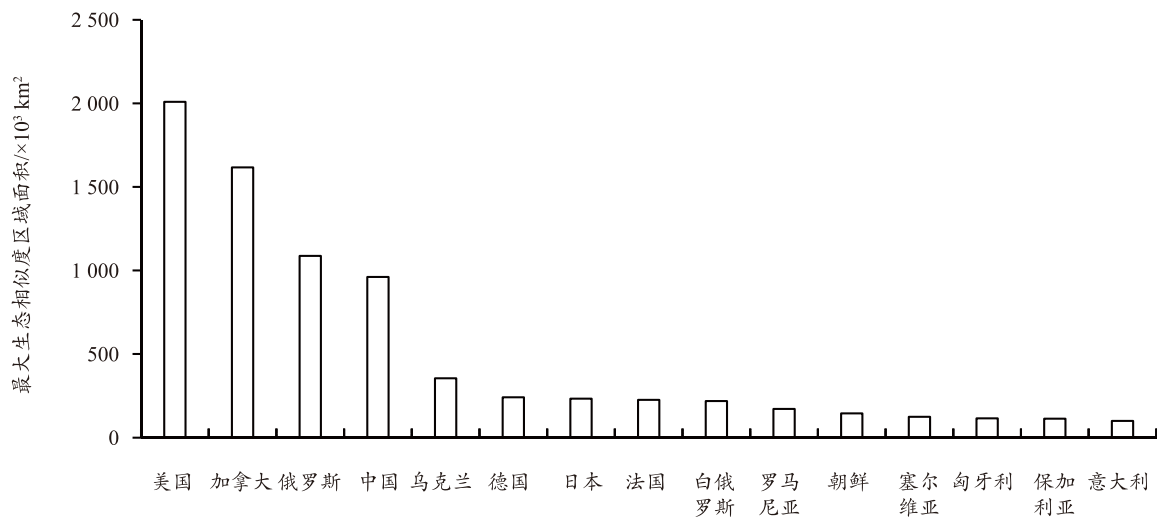


图2 北细辛全球最大生态相似度区域面积比例图

好的种子均含有马兜铃酸 A ,其中辽宁清原县和本溪县所产北细辛种子质量较好 ,水分及马兜铃酸含量较低。蔡少青等^[23]根据北细辛挥发油含量及其成分 ,利用气相色谱 - 质谱联用技术得到 4 年生以上北细辛根及根茎可作为药材使用 ,最佳采收期为 4 月、5 月和 9 月。

2.2.2 温度和光照与北细辛药材品质

温度和光照是药用植物生长发育的重要环境因

子 ,其对药用植物有效成分的积累、含量高低影响较大。陈文杰等^[24]对北细辛药材挥发油含量分析后得出其最适宜的采收期为 9 月中旬。王志清等^[25]分别对北细辛给予 100%、50%、28% 及 12% 的自然光照射 ,第 5 年时北细辛折干率与光照强度呈现负相关性 ,挥发油与光照强度呈正相关性 ,醇溶性浸出物与光照强度呈负相关性 ,叶片中叶绿素 b 含量、类胡萝卜素含量均随遮荫程度增加而增加。为降低北细

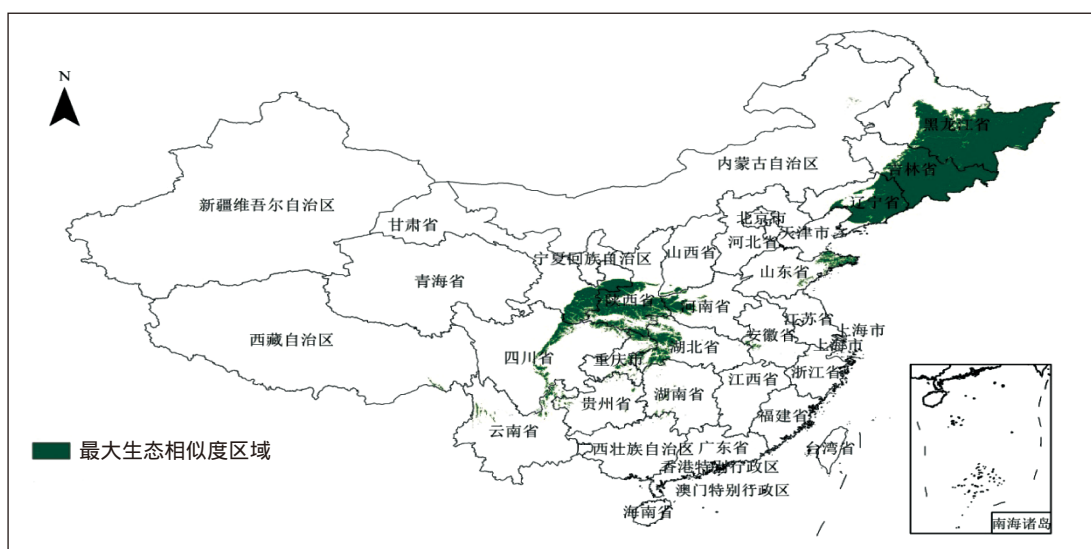


图 3 北细辛在中国的最大生态相似度区域分布图

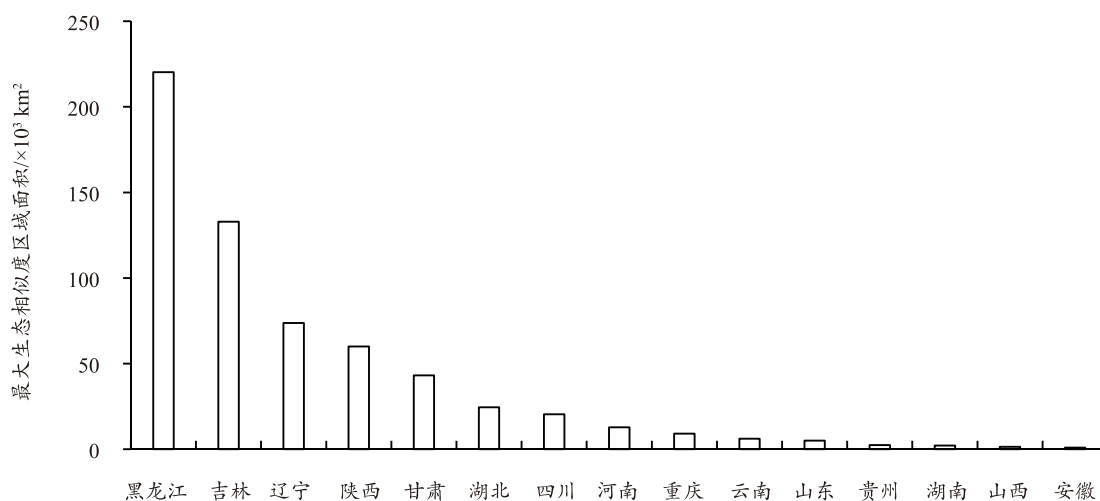


图 4 北细辛在中国的最大生态相似度区域面积图

辛药材中毒性成分马兜铃酸的含量,程哲等^[26]研究了50%、70%和90%遮荫对3年生北细辛药材中马兜铃酸含量的影响,研究结果表明:不同遮荫下,马兜铃酸含量差异不显著;同一遮荫度下随着遮荫时间延长,马兜铃酸A含量呈降低趋势;综合考虑各方面因素,以50%遮荫度下种植的北细辛质量最好,马兜铃酸A含量最低。

2.2.3 土壤与北细辛药材品质

土壤是药材生长发育中水、肥、气、热等的供给者。土壤肥力、pH值、营养等因素对药用植物生长发育有着直接影响。开展土壤与药材品质关系的研究,对指导药用植物栽培种植具有重要意义^[27]。GMPGIS分析表明,北细辛适宜生长在始成土、潜育土、淋溶土、黑土等土壤环境中,中国东北地区的黑土适宜其较好的生长。张亚玉等^[28]研究表明,2年生、3年生及4年生的北细辛对氮磷钾的积累量相似,注重2年生苗的氮、磷、钾供给,是保证5、6年生北细辛高产的重要前提,3、4年生北细辛苗需肥较为平稳,可以少施肥料。周长征等^[29-30]对细辛道地药材及其生境土壤中的微量元素含量进行了比较分析,结果发现所研究的31种元素中,北细辛药材与土壤中17种元素呈正相关,其中7种元素有较显著相关性($P<0.05$)。曹晨等^[31]利用ICP-AES和ICP-MS对15份不同产地的细辛药材53种无机元素进行了分析,结果表明细辛药材具有较高含量的铁(Fe)、铬(Cr)、锂(Li)等元素,并首次在细辛中发现了铷(Rb)、铀(U)、汞(Hg)、铯(Cs)、碘(I)、锗(Ge)等元素,细辛药材的无机元素分析可为其品种鉴别、栽培及应用提供依据。

3 讨论

GMPGIS根据物种分布点地理坐标和物种分布地区的环境变量进行分析运算,主要用于预测物种的适宜分布地区。为预测出最佳的药材生态适宜产区分布区域,本研究中北细辛产地生态最大相似度设定范围为99.9%~100%,研究结果可以较为科学地预测北细辛在世界上的适宜分布地区。国内学者^[32,33]在药用植物产地适宜性方面也做过相关研究,其研究结果对药用植物资源保护、人工种植

及资源可持续利用、药材产区规划布局均起到较好的指导作用。与同类研究相比,GMPGIS可以在全球范围内对北细辛的生态适宜产区进行预测分析。GMPGIS的成功开发为国内外传统中医药原料的生产布局提供了指导,也为中药材生产走向世界奠定了基础。

本研究中北细辛选点主要依据道地产区、主产区和野生分布区3个取样原则进行^[16],文中396个样点的气候因子数值均是从各植物数据库、文献查阅及样点调查等方式收集得到的,从理论上较为全面的涵盖了其生态位及潜在适生区分布区域。因此,GMPGIS分析得到的北细辛全球生态适宜产区具有较好的代表性。北细辛在世界范围内主要生长在土壤湿润、空气湿度大的中温带地区,野生细辛主要分布在中国长白山等地区^[34]。本研究得出北细辛在亚洲、北美洲及欧洲均适宜生长,而且预测大洋洲及南美洲的部分产地也适宜进行种植。与已知北细辛实际分布区相比,GMPGIS得出的北细辛适宜分布区面积较大,这对北细辛进行大面积推广种植提供了理论参考。本研究得到的中国范围内北细辛的适宜产区包括黑龙江、吉林、辽宁、陕西及云南等地,这些生态适宜产区与全国第三次中药资源普查得到的北细辛分布及种植地区结果较为相似^[35];景鹏飞等^[36]从各大植物数据库选取了1359个细辛分布点,采用28个环境因子的数据进行产地预测,利用Maxent和ArcGIS9.3软件对3种细辛属药材在中国的潜在适生区进行预测,其研究结果与本研究得到的北细辛适宜产区也较为相似。

中药材质量和功效受气候、土壤等环境因子影响较大,有相当一部分中药材引种到不适宜的地区后,其化学成分及含量均发生了显著改变,药用功效也相应减弱^[16]。因此,为满足北细辛市场需求,不能盲目引种种植,需要考虑生态环境因子对其品质生态的影响^[37]。根据本研究结果,结合北细辛生物学特性,结合自然条件、社会经济条件、药材主产地栽培和采收加工技术,建议北细辛引种栽培区域主要以黑龙江、吉林、辽宁、陕西、甘肃等地区为宜。因此,本研究得到的北细辛适宜产区可为北细辛栽培种植规划与开发提供参考。

参考文献

- 1 吴征镒, 秦仁昌, 朱维明, 等. 中国植物志 (第 24 卷). 北京: 科学出版社, 1988: 162.
- 2 蔡少青, 王璇, 朱姝, 等. 中药细辛商品药材的基源研究. 中国中药杂志, 1996, 21(12): 712-717.
- 3 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 (一部). 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 230.
- 4 张瑶, 宋志永, 王林丽. 细辛的药理作用及临床应用. 中国药业, 2007, 16(14): 62.
- 5 丹阳, 马运运, 孙志一, 等. 细辛医药相关中国发明专利分析. 世界科学技术—中医药现代化, 2015, 17(7): 1355-1360.
- 6 杨纯, 田德娟, 李季. 高效液相色谱法检测北细辛药材不同部位的马兜铃酸. 药物研究, 2010, 19(13): 24-25.
- 7 邵财, 郭靖, 王志清, 等. 东北三省野生北细辛资源调查报告. 中国野生植物资源, 2012, 31(1): 52-58.
- 8 李耀利, 俞捷, 曹晨, 等. 细辛类药材原植物资源和市场品种调查. 中国中药杂志, 2010, 35(24): 3237-3241.
- 9 谢彩香, 索凤梅, 贾光林, 等. 人参皂苷与生态因子的相关性. 生态学报, 2011, 31(24): 7551-7553.
- 10 诚静容, 杨春澎. 中国植物志, 第 24 卷. 北京: 科学出版社, 1988, 177-178.
- 11 Perumalsamy H, Chang K S, Park C, et al. Larvicidal activity of *Asarum heterotropoides* root constituents against insecticide-susceptible and-resistant *Culex pipiens pallens* and *Aedes aegypti* and *Ochlerotatus togol*. *J Agr Food Chem*, 2010, 58(18): 10001-10006.
- 12 Yamaji H, Fukuda T, Yokoyama J, et al. Reticulate evolution and phylogeography in *Asarum* sect. *Asiasarum* (Aristolochiaceae) documented in internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Mol Phylogenet Evol*, 2007, 44(2): 863-884.
- 13 Perumalsamy H, Kim J R, Kim S I, et al. Enhanced toxicity of binary mixtures of larvicidal constituents from *Asarum heterotropoides* Root to *culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*, 2012, 49(1): 107-111.
- 14 郭水良, 孙丙耀, 李扬汉, 等. 用系统聚类法分析中国细辛属及马兜铃属的分布式样. 浙江师大学报, 1996, 19(2): 77-83.
- 15 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(6): 1229-1232, 1289.
- 16 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.
- 17 Hijmans R J, Cameron S E, Parra J L, et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int J Climatol*, 2005, 25: 1965-1978.
- 18 Kriticos D J, Webber B L, Leriche A, et al. CliMond: global high resolution historical and future scenario climate surfaces for bioclimatic modelling. *Methods Ecol Evol*, 2012, 3: 53-64.
- 19 刘洋, 张佐双, 贺玉林, 等. 药材品质与生态因子关系的研究进展. 世界科学技术—中医药现代化, 2007, 9(1): 65-69.
- 20 肖小河, 陈士林, 黄璐琦, 等. 中国道地药材研究 20 年概论. 中国中药杂志, 2009, 34(5): 519-523.
- 21 杜成智, 陈玉萍, 覃洁萍, 等. 不同产地细辛挥发油的 GC-MS 分析. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(7): 57-59.
- 22 吴艳蓉, 王庆, 孙启时. 不同产地北细辛的种质特征. 沈阳药科大学学报, 2014, 31(4): 309-312.
- 23 蔡少青, 陈世忠, 谢丽华, 等. 不同生长年限及不同采集时间对北细辛根挥发油的影响. 北京医科大学学报, 1997, 29(4): 336-338.
- 24 陈文杰, 曲振山. 主成分分析确定北细辛的最佳采收期. 黑龙江医药, 2006, 19(1): 38-39.
- 25 王志清. 北细辛种子特性及光合生理研究. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2011: 59-62, 81-83.
- 26 程哲, 胡延生. 遮阴对北细辛中马兜铃酸 A 含量的影响. 贵州农业科学, 2014, 42(4): 69-71.
- 27 钟霞军, 谈远锋. 土壤因素对道地药材品质影响的研究进展. 南方农业学报, 2012, 43(11): 1708-1711.
- 28 张亚玉, 陈阵天, 周艳忠, 等. 北细辛根系对氮、磷、钾三要素积累动态研究. 第六届全国药用植物与植物药学术研讨会, 2006, 152-153.
- 29 周长征, 李银, 杨春澍. 细辛道地药材与微量元素. 中草药, 2000, 31(4): 292-295.
- 30 周长征, 杨祯禄, 李银, 等. 细辛道地药材的系统研究与细辛药材 GAP 生产关系的探讨. 中国中药杂志, 2001, 26(5): 343-346.
- 31 曹晨, 刘震, 苏丹, 等. 不同产地不同品种细辛药材的无机元素分析. 中国中药杂志, 2015, 40(8): 1535-1542.
- 32 张娜娜, 谢彩香, 曾凡琳, 等. 药用和观赏植物常山产地适宜性分析和定量评价. 植物科学学报, 2016, 34(2): 230-237.
- 33 谢彩香, 黄林芳, 陈士林. 无公害中药材牛膝生产基地天津市选址研究. 2011 年中国药学会大会暨第 11 届中国药师周论文集, 2011: 1-11.
- 34 李耀利, 俞捷, 曹晨, 等. 细辛类药材原植物资源和市场品种调查. 中国中药杂志, 2010, 35(4): 3237-3241.
- 35 中国药材公司. 中国中药区划. 北京: 科学出版社, 1995: 27.
- 36 景鹏飞, 武坤毅, 龚晔, 等. 药用植物细辛在中国的潜在适生区分布. 植物分类与资源学报, 2015, 37(3): 349-356.
- 37 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.

A Research for Gobal Ecological Adaptability and Quality Ecology of *Asarum Heterotropoides*

Shen Liang, Wu Jie, Li Xiwen

(Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: The goal of this study was to sift the appropriate producing areas of *A. heterotropoides* out from the global range using geographic information system for global medicinal plants (GMPGIS), designed by Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences (ICMM). GMPGIS system was in favor of providing scientific basis for rational planning and production layout. In this study, the data of the ecological factors from 396 sample plots of *A. heterotropoides* was analyzed, including those from both the traditional producing regions as past dynasties medicinal works documented and all the noted production regions in the world. As a result, it was found that the optimum producing areas of *A. heterotropoides* worldwide mainly distributed in the United States, Canada, Russia, China, Japan, North Korea, etc. Its suitable producing areas in China mainly distributed in Heilongjiang, Jilin, Liaoning, Shaanxi, Gansu, Hubei and Yunnan provinces, etc. In regard to the principles of quality ecology, effects of climate and soil on the quality of *A. heterotropoides* were summarized. In conclusion, all the outcomes based on GMPGIS chimed with the current reported main producing and introducing areas of *A. heterotropoides*, providing scientific evidence for preserving, nurturing, introducing and cultivating *A. heterotropoides* rigorously with fine quality.

Keywords: *Asarum heterotropoides*, ecological suitability, geographic information system for global medicinal plants, ecological factor

(责任编辑 :马雅静 ,责任译审 :朱黎婷)