

中药材产地适宜性分析地理信息系统的 开发及蒙古黄芪产地适宜性研究*

□陈士林** 魏建和 (中国医学科学院 药用植物研究所 北京 100094)
中国协和医科大学

孙成忠 刘召芹 (中国测绘科学研究院 北京 100039)

赵润怀 王继永 周应群 (中国药材集团公司科技研发中心 北京 100094)

肖小河 (中国人民解放军中药研究所 北京 10039)

摘 要: 依托地理信息系统(GIS)平台,以气温、相对湿度、降水量、日照时数、极端最低温度、极端最高温度的 1km² 的栅格气候数据库以及 1:4000000 的土壤数据库,并以 1:1000000 的基础地理信息数据为基础,利用聚类分析和空间分析技术,建立了《中药材产地适宜性分析地理信息系统》(TCMGIS-I)。以内蒙古武川和山西浑源为道地基点县,运用《中药材产地适宜性分析地理信息系统》(TCMGIS-I),分析了蒙古黄芪的全国适宜产地。结果表明按蒙古黄芪药材生长所需要的气候、土壤条件分析,蒙古黄芪主要适宜产区集中分布在山西北部 and 内蒙古的南部,黄河以南的华东地区基本没有适宜区。系统分析结果对合理发展蒙古黄芪生产、认识黄芪道地产地形成具有重要指导意义。

关键词: TCMGIS-I, 产地适宜性, 蒙古黄芪

中药材野生集中分布的区域一般是该药材生长的适宜区。但野生分布区往往生态气候恶劣,或受土地、人力、技术、资金等的限制,随着资源的消耗和破坏,很多药材要野生变家种,进行引种扩种。然而盲目引种、扩种会严重削弱药材的道地性,导致药材品质大幅下降,为此必须进行产地适宜性研究^[1]。早期研究中,项目组采用点对点数值分析方法,以计算机为辅助工具,研究了药材的适宜产地和区划^[2-3];也曾

尝试性地利用了《生物适生地分析系统》开展了柴胡、地黄等药材的适宜产地分析^[4-5]。为了更好地利用定量和信息技术分析中药材的适宜产地,我们研究开发了《中药材产地适宜性分析地理信息系统》(TCMGIS-I)。

黄芪药材来源于豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bge. Var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 和膜荚黄芪 *A. membranaceus* (Fish.) Bge. 的干燥根^[6]。黄芪有 2000 多年的应用历史,药用以蒙古黄

组稿日期: 2006-06-06

* 北京市科技项目(Y0804001000091): 北京地区中药材种植的区划研究,负责人:陈士林;国家发改委中药材扶持项目(2005-01): 道地药材产地适宜性数值区划,负责人:魏建和。

** 联系人:陈士林,本刊编委,研究员,博导,主要研究方向: 中药资源可持续利用, Tel: 010-62899700, E-mail: slchen@implad.ac.cn。

[World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica] 47

芪为主,主产山西、甘肃等地^[7-8]。由于黄芪种植技术比较简单,药源较缺乏,近年各地纷纷引种。为了给黄芪生产发展提供依据,我们应用《中药材产地适宜性分析地理信息系统》(TCMGIS-I)分析了黄芪的适宜产地。现将系统的基本原理及黄芪的分析结果报道如下。

一、《中药材产地适宜性分析地理信息系统》的研究开发

1. 开发平台

操作系统为 WindowsXP; 开发语言为 Microsoft Visual Studio.NET 2003 C#,C# 为面向对象的快速开发语言,具有比 VB 更好的面向对象特性,较 VC 更好的易用性和可理解性; 数据库平台采用 SQLServer2000;GIS 组件为 ArcEngine9.0,该组件为 ESRI 公司提供的用于开发定制桌面应用程序的开发组件,提供了大量的 GIS 应用接口,利用 ArcEngine 可以方便构建专业的 GIS 应用程序。

2. 共用数据库

(1) 数据库种类及数据特点。

①气象数据库:基于全国气象站点 30 年(1971 年~2000 年)地面气象数据计算所得的按栅格数据(每 km²)及衍生数据,包括 7 个气象因子:平均温度、相对湿度、降水量、日照时数、极端最低温度、极端最高温度。

②土壤数据库:1:4000000 第 3 次全国土壤普查至亚类的土壤数据库。

③空间数据库:全国 1:1000000 地图的矢量数据库,包括经纬度、地形地貌、河流、行政区划界及相应行政区划名称等。

(2) 数据库访问模型。

所有的矢量数据、栅格数据和属性数据一体化地存放于 SQLServer2000 数据库中,矢量数据、栅格数据等空间数据和相应的属性数据通过 ArcGIS 的空间数据引擎 ArcSDE 存放于数据库中,其他属性数据通过 ADO.NET 进行存取。数据访问模型如图 1。

ArcSDE 是 ESRI 公司提供的用于访问存储于关系数据库管理系统(RDBMS)中的海量多用户地理数

据库的服务器软件产品。它是 ArcGIS 中所集成的一部分,基本任务是作为存储在 RDBMS 中的空间数据的 GIS 网关。ArcSDE 提供了一组服务,用于增强数据管理功能、扩展数据类型。

3. 计算分析方法

(1) 分析原理。

生物引种的基本原则为气候相似,即引种地与原产地(道地产地)气候的相似。根据气候相似性引种能够保证引种中药材的正常生长。但中药材在正常生长获得产量的基础上,还要求引种地生产的药材与道地产区的药材具有相同或相似品质。而环境因子中土壤条件与中药材品质形成有密切关系。

根据气候相似和土壤相似原理,以中药材自然分布或长期生产过程中形成的道地产区(县)为基点,采用计算机系统,以 GIS 为平台,分析全国各个地区与道地产区气候和土壤因子的相似性,根据相似的程度划分等级,就可以确定药材的适宜产地,为该药材的引种和扩种提供理论依据,克服经验型引种的盲目性。

(2) 基于单元网格的相似性聚类分析。

在两个产地相似程度的比较中,TCMGIS-I 采用基于网格的聚类方法^[9]。即利用多维网格数据结构,将空间划分为有限数目的、可以进行聚类分析的正方形网格(1km²)。在网格结构中,每一个网格相当于一个数据对象,所用空间数据、气候土壤数据等存放

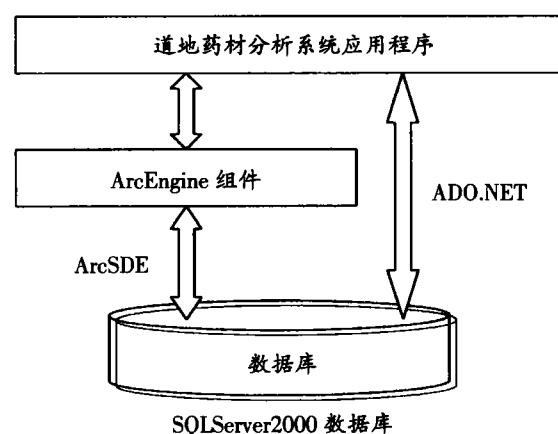


图1 TPAGIS 数据访问模型

在相应网格的属性表中。基于单元网格的数据聚类分析具有较好的优点:描述网格单元的数据统计信息存储在相应的单元中,与查询要求无关;有助于实现并行计算和增量更新;聚类速度快。但基于网格的聚类分析质量依赖于网格结构的细度,细度的高低与聚类分析的速度成反比,因此如果细度很大,分析质量会很好,但分析速度会相应降低。

(3) 药材分析流程。

① 建立分析药材的地理生态属性数据库。

分析药材的属性数据是距离分析的目标值,因此适宜产地分析结果的准确性取决于分析药材属性数据的详尽性和准确性。属性数据库主要包括了如下内容:分析药材名称、药材名称、基源植物、道地产地、经纬度、海拔、生长温度范围、最适生长温度范围、冬季安全越冬温度、夏季高温限、日照时数、光照范围、土类、降雨量范围等。其中分析道地产地基点确定最为关键,必须根据本草记载的沿革、产地间药材品质比较结果、药材生产分布实际情况等综合确定,具体至县或乡一级。

② 数据的标准化处理。

聚类分析前对空间数据、气候土壤数据进行标准化处理^[9]。系统提供了传统习惯所用的各种方法,如:总和标准化、标准差标准化、极大值标准化、极差标准化及绝对偏差均值标准化等方法。其中绝对偏差均值标准化方法如下:

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

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

其中:

$$\text{标准化值为: } Z_{if} = \frac{x_{if} - m_f}{S_f}$$

③ 距离(相似度)计算。

标准化后的数据可以进行距离计算。TCMGIS-I 按照统计学的原理也提供了多种可供选择的方法,如:绝对值距离、欧氏距离、明科夫斯基(Minkowski)距离法。上述3种距离可以统一为明科夫斯基距离公式:

$$d_{ij} = [\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^q]^{1/q}$$

上式中当 $q=1$ 时为绝对值距离,当 $q=2$ 时为欧氏距离。

④ 数据重分类。

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,根据距离分别将各个指标进行重分类。将气温界定为二值属性,分为2类,即满足要求的值为10,不满足要求的值为1,其他3种指标分为10类,并根据距离的远近设置权值,距离越小权值越大。

⑤ 权重确定。

应用TCMGIS-I进行产地距离聚类时,可以分别得出基于气候、土壤因子等单因子的各个格栅与目标格栅的相似系数(Si , Similarity index)。也可以将气候、土壤因子等各个因子进行综合计算后得出一个综合相似系数 SI ,TCMGIS-I 允许分析人员根据不同药材生长发育对气候、土壤因子要求的特殊性,给以气候、土壤等因子以不同权重。根据计算出的相似系数大小就可以确定不同级别的适宜产地。根据相似系数的大小将以适宜区划分为适宜区($SI \geq 90\%$),次适宜区($90\% > SI \geq 80\%$),一般区($80\% > SI \geq 70\%$)。

⑥ 栅格计算。

将进行过重分类的各个因子图层进行叠加分析,得出综合性相似系数(SI , 栅格新值),计算公式如下:

$$SI = TS_i \times W_1 + PS_i \times W_2 + SS_i \times W_3 + AS_i \times W_4$$

其中:

TS_i —气温相似系数

PS_i —降水量相似系数

SS_i —土壤类型相似系数

AS_i —海拔相似系数

W —权重

二、采用TCMGIS-I分析黄芪的产地适宜性

1. 黄芪分析的生态指标及栅格聚类分析方法

黄芪的道地产区选择了内蒙古武川和山西浑源^[7],前者的生态环境指标如下:

气温:最低:-25℃,最高:27℃

土壤:灰褐土,栗钙土

海拔:1500~2000mm

降雨量:250~350mm

山西浑源的生长环境值如下:

气温:最低:-22℃,最高:28℃

土壤:栗褐土,褐土

海拔:1500~2000mm

降雨量:400~500mm

栅格聚类分析采用加权绝对值距离法,其公式如下:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}| * w_k$$

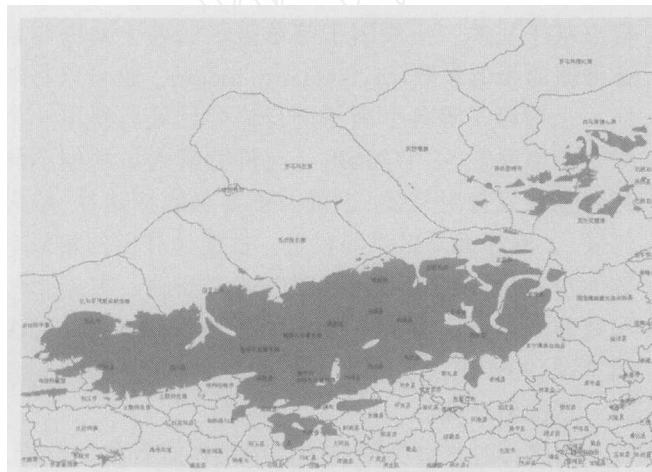
气温、海拔、降雨量、土壤类型四个因子的权重分设为 0.25。

2. 黄芪适宜产区的分布范围

根据上述目标值及分析方法,采用 TCMGIS-I 分析后得出的黄芪适宜产地分布图(图 1、图 2),图中灰色部分为黄芪适宜生长区。

根据系统分析结果,与内蒙古武川黄芪主产区相似的地区仍主要集中在内蒙古的南部地区,另外在甘肃、宁夏等有部分适宜地区;而与山西浑源黄芪主产区相似的地区则集中在山西北部,另外河北、甘肃、陕西等有部分适宜地区。

(1) 黄芪适宜产地与道地产区的生态相似程度

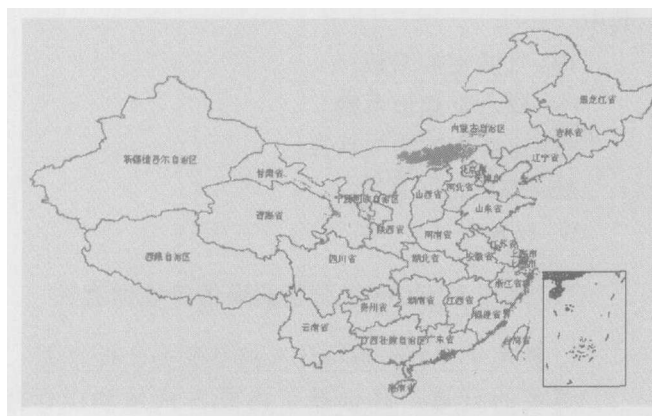


1A 以内蒙古武川为道地基点县

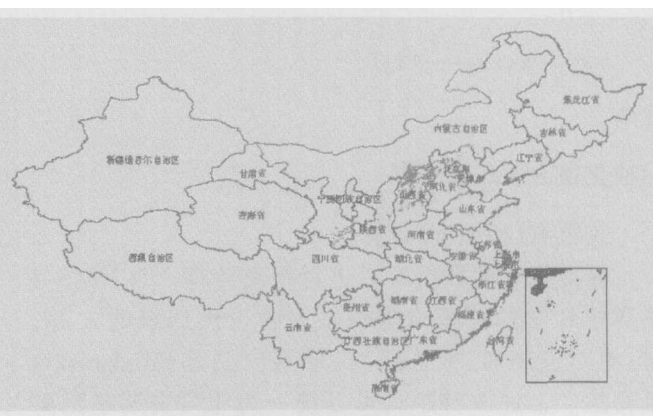


1B 以山西浑源为道地基点县

图 1 黄芪在全国的适宜产地分析结果



2A 以内蒙古武川为道地基点县



2B 以山西浑源为道地基点县

图 2 黄芪适宜地在全国位置图

分布。

各适宜县与黄芪道地产区内蒙古武川、山西浑源的气候、土壤等因子的综合相似系数 SI 分布如图 3、4 所示。

(2) 系统分析结果与普查数据的对比分析。

20 世纪 80 年代全国中药资源普查数据中没有区分蒙古黄芪和膜荚黄芪, 但将野生黄芪和栽培黄芪的产地作了区分。分析结果表明, 以内蒙古武川和山西浑源黄芪主产地为基点县, 黄芪的适宜产区主要分布在甘肃、陕西、宁夏、山西、内蒙、河北、辽宁的一个条带上, 以山西、内蒙为主, 基本上覆盖 80 年代黄芪的主栽培产区, 但不包括部分黄河以南的黄芪栽培区。另外系统分析指出在内蒙古中部地区尚有

部分黄芪生产没有发展起来的适宜区。系统分析结果中没有覆盖的野生黄芪产区可能主要为膜荚黄芪的分布区, 或生态条件与内蒙古武川、山西浑源差异较大的地区。研究结果对指导黄芪生产的合理布局具有重要意义。

三、小结与讨论

1. 中药材产地适宜性分析的计算机化

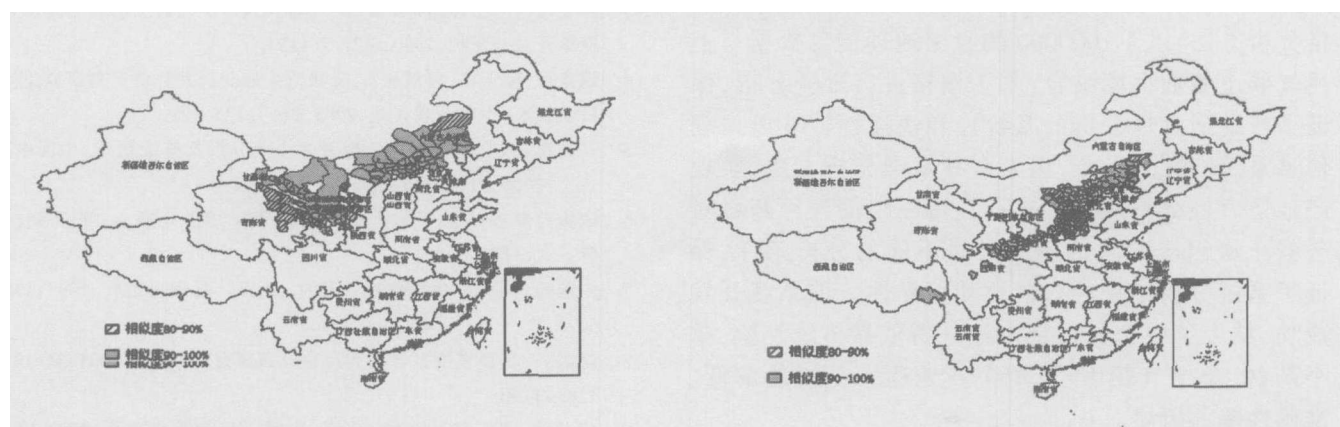
确定一个新的地区是否适宜于某种药材生产的发展, 最可靠和有效的方法就是通过较长时期的实地引种试验研究, 但因需要花费大量人力、物力及多年长达几个生长周期的观察而在实践中难以大规模开展。为了有选择地开展实地引种, 应分析适宜产地



3A 内蒙古武川为道地基点县

3B 山西浑源为道地基点县

图 3 黄芪适宜县相似系数分布图



4A 内蒙古武川为道地基点县

4B 山西浑源为道地基点县

图 4 不同相似系数的黄芪适宜县在全国位置图

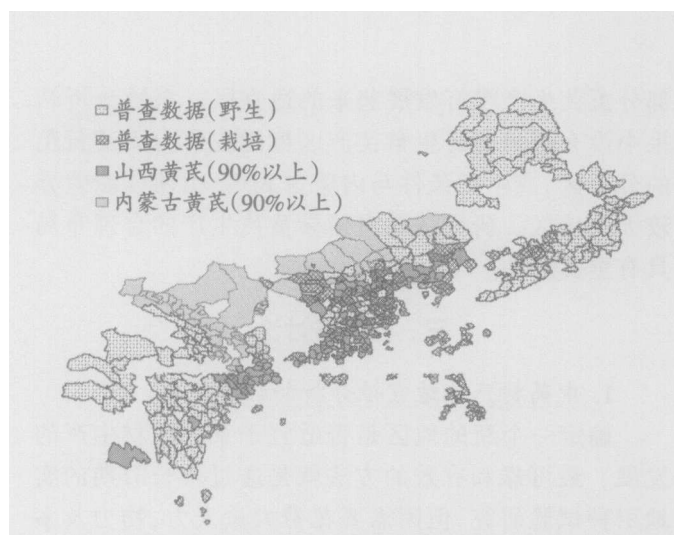


图5 黄芪适宜产地 TCMGIS 分析结果与资源普查结果对比图

的主要分布区,以减少引种的盲目性。项目组曾尝试利用《生物适生地系统》,以县为单位分析药材产地适应性,取得了一定成效^[6-7]。但由于该系统气象数据基于各县城气象站测点数据,而药材多生长于气候条件有较大差异的山地河谷等,因此可能得出的结果会有偏差。我们新开发的《中药材产地适宜性分析地理信息系统》(TCMGIS-I)TCMGIS-I 具有如下特点:①完善的气候土壤数据库。项目组建立起了全国30年按月的气候数据库和1:4000000的土壤数据库,并且通过合适的计算方法将点数据转化成了每平方公里的栅格数据,首次以气候土壤的相似性为基础,将如此完善的数据库用于中药材产地的适宜性分析;②空间数据与气候土壤数据有机结合的栅格分析方法:以1:1000000的我国地理信息数据与上述气候土壤数据库结合,基于栅格进行聚类分析,保证了产地适宜性分析的系统性和快速性;③以地理信息系统GIS为平台,引入多种聚类分析方法,实现产地适宜性分析的自动化;且可以根据各种药材对气候土壤因子要求的不同设置不同的分析条件,保证了系统分析结果的智能化和可靠性。该系统开发成功,结束了中药材适宜产地分析依靠传统经验,单个药材、单个气候因子、单个产地逐一分析效率低、准确性差的历史。

2. 黄芪适宜产地分析结果

文献报道^[8]古代黄芪正品的产地有从四川、甘

肃,经宁夏、陕西,向山西、内蒙古逐渐过渡的历史。四川、甘肃、陕西、宁夏、山西南部一带只产膜荚黄芪,而山西西北部和内蒙古南部主要产蒙古黄芪,膜荚黄芪只有少量。因此最初黄芪以产于四川的膜荚黄芪为正品,后来正品的位置逐渐被产于山西、内蒙古的蒙古黄芪所代替,但膜荚黄芪也使用。本文分析结果表明,以山西浑源、内蒙古武川为道地基点县,采用《中药材产地适宜性分析地理信息系统》分析,黄芪的适宜产区主要集中在山西北部、内蒙南部一带,与上述文献^[8]的报道一致,表明蒙古黄芪的适宜种植区较集中,不能大范围引种,特别是东南部地区不适于黄芪的栽培。目前华北、华东地区多引种一年生收获的膜荚黄芪,其品质与产于山西北部、内蒙古南部的蒙古黄芪相比较如何,有待系统的比较研究。本文得出的黄芪适宜产地只采用了加权绝对值距离法一种聚类方法,适宜区的划分只是基于四个因子一种相同权重下得出的相似系数SI,且只针对蒙古黄芪做了分析。后期将采用更多的聚类分析方法对各个气候因子作多角度分析,为更好确定黄芪适宜产地提供依据。

参考文献

- 1 陈士林,肖培根. 中药资源可持续利用发展导论. 北京:中国医药科技出版社,2006.
- 2 陈士林,肖小河,陈善塘,等. 暗紫贝母植被分布格局的数值分析. 西南师范大学学报:自然科学版,1997,22(4):416~420.
- 3 肖小河,陈士林,陈善塘. 四川乌头和附子气候生态适宜性研究. 资源开发与保护,1990,6(3):51~153.
- 4 魏建和,陈士林,魏淑秋. 北柴胡适生地分析及数值区划研究. 世界科学技术-中医药现代化,2005,7(6):125~128.
- 5 李先恩,陈士林,魏淑秋. 地黄适生地分析及等级划分. 中国中药杂志,2006,31(4):344~346.
- 6 国家药典委员会. 中华人民共和国药典2005年版,一部. 北京:化学工业出版社,2005.
- 7 中国药材公司. 中国常用中药材. 北京:科学出版社,1995:494~502.
- 8 赵之一. 黄芪植物来源及其产地分布研究. 中草药,2004,35(10):1189~1190.
- 9 何晓群. 多元统计分析. 北京:中国人民大学出版社,2004:P54~92.

**Development of TCMGIS- I and its application in
suitable producing area evaluation of Astragalus membranaceus**

Chen Shilin, Wei Jianhe*

*(Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences,
Chinese Peking Union Medical College, Beijing 100094, China)*

Sun Chengzhong, Liu Zhaoqin

(The Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China)

Zhao Runhuai, Wang Jiyong, Zhou Yingqun

*(Technology development center, China National Group Corp. of
Traditional & Herbal Medicine, Beijing 100094, China)*

Xiao Xiaohe (PLA institute of Chinese Medicinal Medicine, Beijing 100039, China)

A geographic information system for suitable producing area evaluation of Traditional Chinese Medicine (TCMGIS- I) was established based on GIS platform, which is supported by three database: grid climate database (1km²) with average temperature, relative humidity, precipitation amount, sunshine duration, extreme maximum temperature, extreme minimum temperature; state soil database (1:4,000,000); state basal background geographic information database (1:1,000,000). In the system, clustering analysis and spatial analysis technologies were used. The system was applied to analyze the suitable producing area of Astragalus membranaceus (Fish.) Bge. Var. mongholicus (Bge.) Hsiao in China. Wuchuan country in Innermongolia province and Hunyuan country in Shanxi province, the main producing area of A. membranaceus (Fish.) Bge. Var. mongholicus (Bge.) Hsiao was regarded as the analytical basal county. The results showed the suitable producing areas of A. membranaceus (Fish.) Bge. Var. mongholicus (Bge.) Hsiao locate mainly in the northern Shanxi province and southern Innermongolia province, and few of them in the south area of Yellow River. The study suggested the system will be instructive to the cultivation development and the understanding of formation of genuine producing area of A. membranaceus (Fish.) Bge. Var. mongholicus (Bge.).

Keywords: TCMGIS- I ; Suitable producing area; Astragalus membranaceus (Fish.) Bge. Var. mongholicus (Bge.) Hsiao

(责任编辑:郭 屹, 责任编审:柳 莎, 张志华, 责任译审:熊艳艳)

世卫组织讲述致病的不良环境因素

这份题为《通过卫生环境预防疾病》的报告是对文献以及来自100多位专家的调查结果的一个综述。它表明了非洲人最容易因为饮用不洁净的水、不良的卫生保健以及其它环境因素而发病、伤残或者死亡。

专家说,在西非和北非部分地区,环境因素导致了每10万人中有350到500人死亡。相比之下,拉丁美洲与美国和欧洲的情况非常相似,每10万人中只有100到150人死于环境因素。

报告说,5岁以下的儿童对环境因素特别敏感。更好的环境管理,

可以防止全世界1/3的新生儿死亡。该报告还说,几乎所有的腹泻(94%)是由于环境因素造成的。

报告同时指出,通过改善室内和室外空气质量,例如使用更清洁的家用燃料,可以减少42%的下呼吸道感染。有42%的疟疾病例是由于环境因素造成的,而这些环境因素本来可以改变。

世界卫生组织公共健康和环境部的主任 Maria Neira 说,这份报告显示了公共健康和一般环境可以从对“投资的一系列直接调整”中获益。她说:“我们号召各国卫生部长、环境部长和其他组织协作起来,确保这些环境和公共健康收益能够实现”。

(文 摘)