

浅谈“数字药匣”的理论构建与应用

王静爱^{2,3}, 刘金欣^{1,4}, 高路^{2,3}, 孟繁蕴^{1,4*}, 张文生^{1,4}, 陈静^{2,3}

1. 北京师范大学 中药资源保护与利用北京市重点实验室, 北京 100875

2. 北京师范大学 区域地理研究实验室, 北京 100875

3. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875

4. 北京师范大学 资源学院资源药物与中药资源研究所, 北京 100875

摘要: 运用数字地球技术结合中药理论体系构建“数字药匣”理论。以北京地区中药资源数字化研究为案例, 利用“3S”技术与网格数字镶嵌, 评价北京地区主要中药资源的生境和生产适宜性, 得到了其系列生境和生产适宜性图谱。研究结果表明, “数字药匣”能定位和定量表达中药资源的生境因子等海量空间信息, 可对道地药材生产适宜区评价和生产规划进行科学指导和动态管理, 从而实现中药资源的可持续发展。

关键词: 数字药匣; 中药资源; “3S”技术; 网格; 适应性评价

中图分类号: R282.23 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)06-1046-07

Construction and application of “Digital Medicine-Box” theory

WANG Jing-ai^{2,3}, LIU Jin-xin^{1,4}, GAO Lu^{2,3}, MENG Fan-yun^{1,4}, ZHANG Wen-sheng^{1,4}, CHEN Jing^{2,3}

1. Beijing Key Laboratory of Protection and Utilization of Chinese Materia Medica Resource, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2. Key Laboratory of Regional Geography Research, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

3. College of Geography and Remote Sensing Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

4. Institute of Natural Medicine and Chinese Medicine Resource, College of Resource Science & Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Combining the digital earth technology and basic theory of traditional Chinese medicine, this paper constructs the “Digital Medicine-Box” (DMB) theory. Taking the digital Chinese Medicine Resource in Beijing region as a case, the suitability of Chinese Medicinal Materials’ habitat and production is assessed, which is supported by “3S” and grid digital technique. Then a series of available assessment thematic maps have been drawn. These results show that DMB can display quantitative and locational massive spatial information of natural resources of Chinese medicinal materials’ habitat conditions. The application of DMB is able to provide the scientific guidance on the cultivation layout of genuine medicinal materials and dynamic management of resources, so as to promote the sustainable development of Chinese medicinal materials.

Key words: Digital Medicine-Box (DMB); resource of Chinese materia medica; “3S” technique; grid; assessment of suitability

随着以遥感(RS)、全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)三者集成为代表的“3S”空间数字地球技术的发展, 中药资源研究迎来了新的发展机遇。数字地球技术与地学、生态学、农学等相结合, 可以实现在中药材生产全过程中从宏观到微观的实时监测, 对中药资源及道地药材的区划和空间上的适宜性分析研究起到巨大的帮助^[1-7]。通过

融合现代数字地球技术和中药理论体系, 从而构建“数字药匣”理论, 并结合“3S”技术与网格数字镶嵌, 以北京地区中药资源数字化研究为案例, 探讨该地区多种中药材的生境和生产适宜性, 以期为实现中药资源空间数据存储、管理、分析、显示和提取道地药材原产地生境特征, 以及建立道地药材原产地生境标识提供依据。

收稿日期: 2010-12-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81072999)

作者简介: 王静爱(1955—), 女, 河北定州人, 教授, 主要从事自然资源与区域地理研究。E-mail: sqq@bnu.edu.cn

*通讯作者 孟繁蕴 Tel: (010)58805423 E-mail: mfy@bnu.edu.cn

1 “数字药匣”理论构建与应用

1.1 “数字药匣”的概念及来源

药匣来源于传统的中药铺，一个个放着中药饮片的小抽屉整齐地立在药铺一侧，形成一个有规则的格局。“数字药匣”就是将传统的中药药匣平铺到道地产区和祖国大地上，在祖国版图上划分成若干小区（网格），通过数字地球技术，将道地药材和中药资源的各生境因子通过数字镶嵌安放到对应的小区（网格）中，从而形成了“数字药匣”。每个“数字药匣”中包含药材名称、海拔、经纬度、气温、降水、坡向、土壤类型等各种信息，因此“数字药匣”具有查询中药资源自然分布、生态环境、气候特征、空间叠加分析等功能，方便中药资源的管理，同时实现了道地药材生境因子的可视化，从而实现了传统药匣向“数字药匣”的转变。

1.2 “数字药匣”的提取

“数字药匣”是镶嵌在数字地图上的一个个

数字网格，网格尺度的不同决定了它所承载信息的多少。采用不同的网格尺度划分区域，所得到的精度也不一样。因此，选取适当的空间单元即“数字药匣”的大小是实现道地药材生境适宜性评价和区划的关键。为了较准确地进行定量区划，“数字药匣”大小的选取要考虑到如下几个因素：一是地形，不同沟谷间的差异可能很大，网格范围太大就削弱了这种差异性，影响评价精度；二是底层数据的精度，小比例的土壤、植被和高程信息不能支撑大比例尺度的区域，不能够体现区域间的自然因子差异；三是研究区的面积和网格数量，研究区面积大，网格尺度小则网格的数量就会多，导致计算量大，增加了工作量且超出普通硬件设备的承受力，不利于推广。以北京市为例，制作“北京中药资源数字药匣”，选择的网格单元大小为 500 m×500 m，共计 65 721 个网格，每个网格有对应的 ID 编号（图 1）。

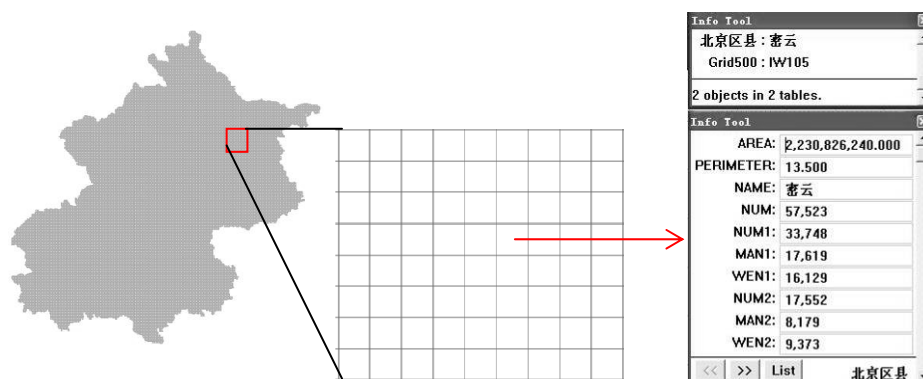


图 1 北京中药材资源数字药匣网格

Fig. 1 DMB grid of Chinese medicinal materials resource in Beijing region

1.3 “数字药匣”的数字镶嵌

“数字药匣”自然属性与网格的匹配是实现自然因子网格化的关键环节和核心步骤，简而言之是将不规则单元的自然因子属性匹配到规则的 500 m 网格中。其主要步骤为：准备自然因子数字化地图和网格图层；将自然因子数字化地图与网格图层进行叠加，生成新的图层，新图层中含有了两个叠加图层的所有属性信息。对于新图层而言，存在两种状况：一是网格的属性由数字化地图的属性决定，如图 2-B 所示，9 个完整的网格中，只有带“*”号网格单元数值是由 1 个数字化专题图的属性决定；二是 1 个网格被多个边界分割，形成多个破碎单元（图 2-A）。

从图 2-A 可以看出，数字化图层 X 和网格图层

Y 进行叠加操作后每个网格被分成了 3 部分，生成了 12 个不同的小区域，自然数据不能用某一个区域的总和简单表示单位面积上的属性。因此，分别计算被分割后的小区域的面积，找出面积最大的属性值，然后赋予所在的网格，即采用最大面积的属性值。以此完成年均温、年降水、土壤、植被和土地利用等各个自然和人文因子的网格化图层，构建北京中药资源的数字平台。

1.4 “数字药匣”的应用

数字地球技术，尤其以“3S”为代表的地理信息技术的进步和推广，中药资源的普查、评价和区划有了更有利的手段和技术支撑。以此为基础，构建和运用“数字药匣”使得中药资源的研究犹如安

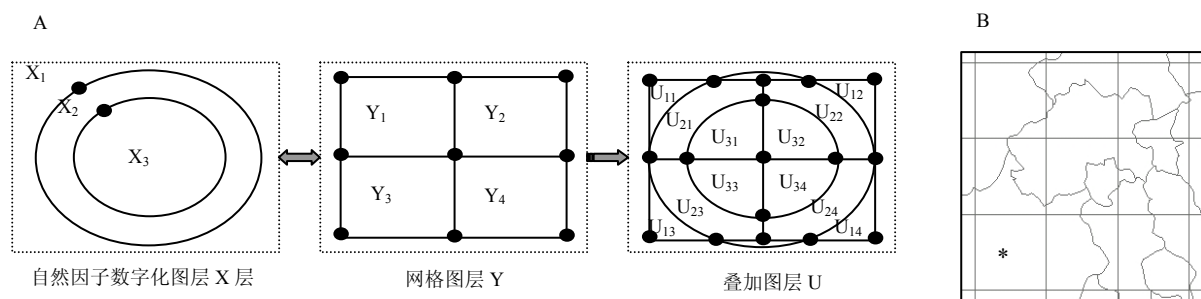


图2 图层叠加后的示例

Fig. 2 Examples of layer after superimposing

装了“望远镜”和“显微镜”。不仅能在宏观尺度上研究中药资源的分布,也能缩小尺度、提高分辨率研究某单一品种或者某一道地产区的中药材生产和分布情况。虽然道地药材的有效成分与环境生态因子之间的对应关系尚在讨论之中,但道地药材的特殊性决定了其生长环境和生态因子的重要性。目前,保护道地药材的最有效方法是确定其适宜生长区,在保证其有效成分的前提下扩大再生产。而利用“数字药匣”构建数字化平台能够快速准确地实现这一目标,并对道地药材生境适宜性进行评价和生产区划。通过“数字药匣”的数字化平台可以得到每一种中药资源的系列生境因子图谱,包括高程图(Hn)、坡度图(Gn)、坡向图(An)、降水图(Rn)、气温图(Tn)、土壤图(Sn)、植被图(Pn);对每种中药资源的生境图谱进行空间叠加,得到生境适宜区图(R'n)(图3)。每个“数字药匣”中包含了多个自然因子,由于不同品种的中药对各自然因子的适宜性不同,为了综合各个生境因子对中药的影响,需要在网格中分别提取各个生境因子对该中药

的适宜性图谱,最后将各个生境因子图谱叠加,其公共部分即为生境适宜区^[5](图4)。

进行道地药材的生产适宜性评价还需引入人为因子。土地利用(Ln)是人类活动对自然条件的直接反馈。往往生境适宜性较好的地区由于受到城市化的影响而不具备扩大生产的可能和潜力;而有些生境适宜性较差的地区受人类活动的扰动较小而保留了较好的自然条件,可以作为潜力区域进行道地药材的引种和扩大生产。因此,在生境适宜区图谱的基础上,充分考虑土地利用条件对道地药材的约束力,构建分区判断矩阵模型来综合提取生产适宜性的区域(图5)。此矩阵具有简单、方便的特点,不仅可在同一系统中的单因素之间进行综合,还可对不同系统进行综合。由于不同指标可根据各自的特性确定出等级范围,避免了两种系统之间确定权重的问题;也避免了在定量分析时因指标与数据之间或指标与指标之间数值相差过大可能引发的数据损失。

2 数字北京中药资源

北京地区中药材种植历史悠久,历史上曾是我

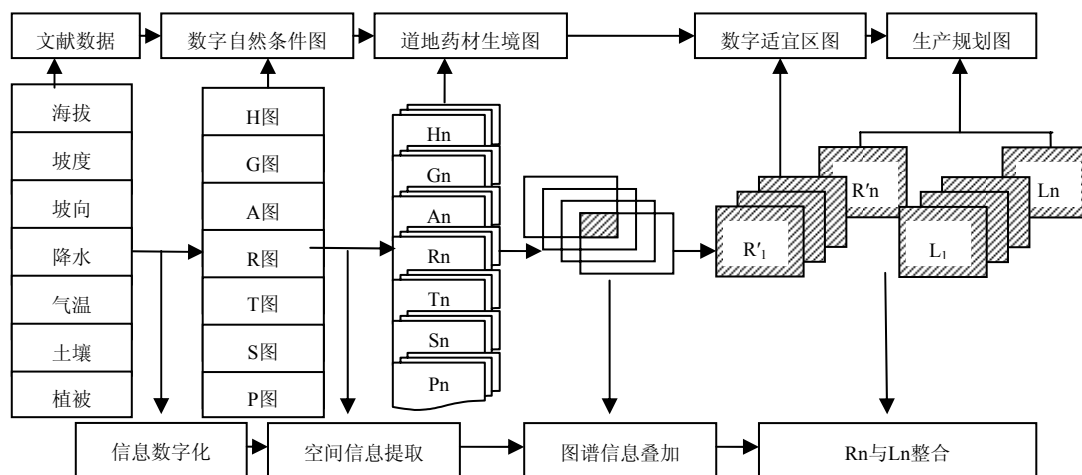


图3 道地药材适宜区评价和区划技术路线

Fig. 3 Evaluation of suitable regions and technical route of regionalization of genuine Chinese medicinal materials

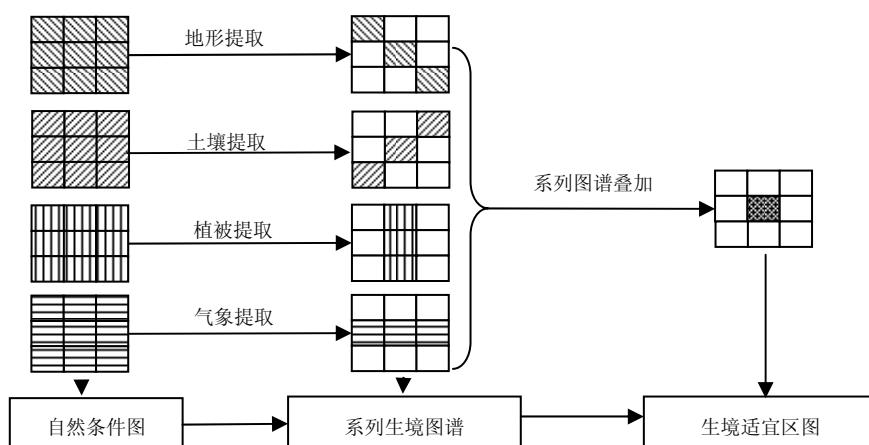


图 4 生境适宜区图谱提取与叠加示意图

Fig. 4 Diagram of extracting and superimposing of suitable habitat region

生境 生产	不适宜	次适宜	适 宜	最适宜
不适宜	[Diagonal lines]	[Diagonal lines]	[Diagonal lines]	[Diagonal lines]
次适宜	[Diagonal lines]	[Cross-hatch]	[Cross-hatch]	[Cross-hatch]
适 宜	[Diagonal lines]	[Cross-hatch]	[Dense dots]	[Dense dots]
最适宜	[Diagonal lines]	[Cross-hatch]	[Dense dots]	[Solid black]

不适宜 次适宜 适 宜 最适宜

图 5 分区判断矩阵示意图

Fig. 5 Schematic diagram of zoning judgment matrix

国原料药材的重要流通市场,素有“国药”、“京药”等美誉。京郊气候生态条件优越,华北地区种植的中药材在京郊均有分布,而且京郊农业科技力量雄厚,为京郊中药材的发展奠定了良好基础。为此本课题组选取北柴胡(a)、黄芩(b)、知母(c)、半夏(d)、北苍术(e)、北沙参(f)、丹参(g)、防风(h)、甘草(i)、桔梗(j)这10种中药资源,探讨了其生境和生产适宜性。

2.1 北京中药资源生境与生产适宜性评价的指标体系

根据北京10种中药资源的生境因子,选取了海拔、坡度、坡向、年均温、年降水、土壤、植被类型等7个自然因子和土地利用因子,将自然因子按最适宜(20分)、适宜(15分)、次适宜(10分)和不适宜(5分)分成4级,从而建立生境适宜性的指标体系,见图6。

由于北京10种中药资源的生境适宜性差异,各

个自然因子对药材的生长约束力大小不一,所以需要确定各个生境因子的权重,对生境因子的重要性进行评判排序,然后利用层次分析法(AHP)构建判断矩阵,计算7个生境因子的权重,并构建评价模型:

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i$$

其中 S 是生境适宜性综合评价指数, α_i 是第 i 个自然因子的权重, P_i 是第 i 个自然因子的无量纲得分, n 是评价指标的个数

将各生境因子不同分级的分值和对应因子的权重带入评价模型可以计算出每个数字网格的生境适宜性综合评价指标得分。

2.2 生境与生产适宜性评价结果

通过评价模型在GIS中进行网格叠加运算,按照数量分级原则得到北京10种中药资源的系列生境与生产适宜性的评价图(图7、8)。将北京10种

中药资源生境和生产适宜区进行叠加即可得到综合生境和生产适宜性评价图谱(图9)。

2.3 评价结果分析

根据综合评价结果、生境和生产适宜区的面积统计(表1)以及生境与生产适宜区的面积对比(图10)得出以下结论。

2.3.1 最适宜 生产最适宜区的面积略小于生境最适宜区,主要分布在怀柔中部和东部、延庆西北部、

房山和门头沟的东北部,另外在怀柔和密云交界处也有分布。对北京这10种中药资源而言,结果叠加综合,发现植被类型的影响更为明显,尤其是林地、灌丛和草地是主要的最适宜区分布地带。但是最适宜区没有形成大面积的成片分布,而是和适宜区组成镶嵌结构。

2.3.2 适宜 生产适宜区和生境适宜区的差别较小,主要分布在延庆、怀柔和密云3个县市的交界

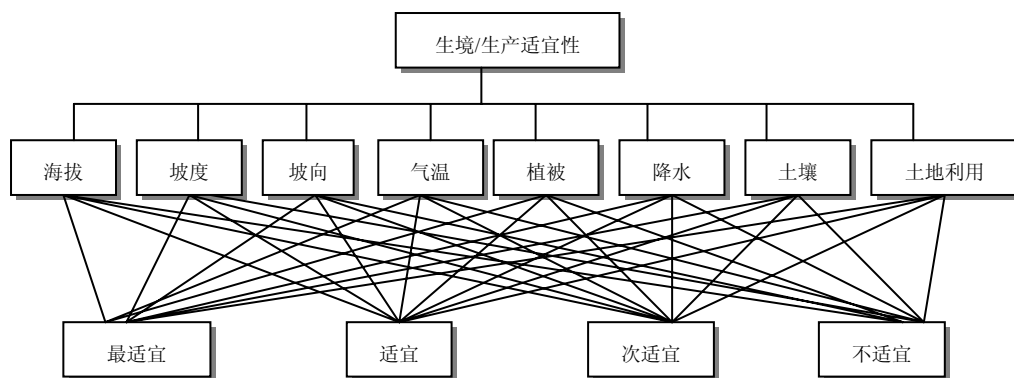


图6 指标体系

Fig. 6 System of indexes

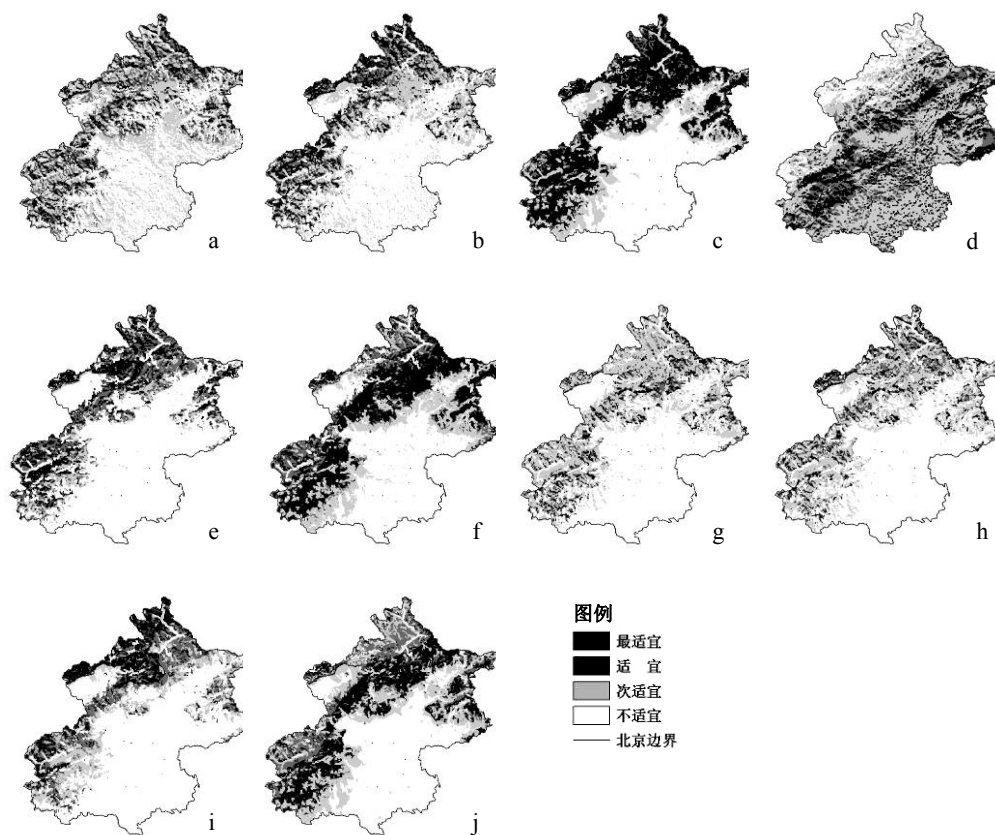


图7 北京道地药材生境适宜区图谱

Fig. 7 Diagram of suitable habitat regions of genuine Chinese medicinal materials in Beijing

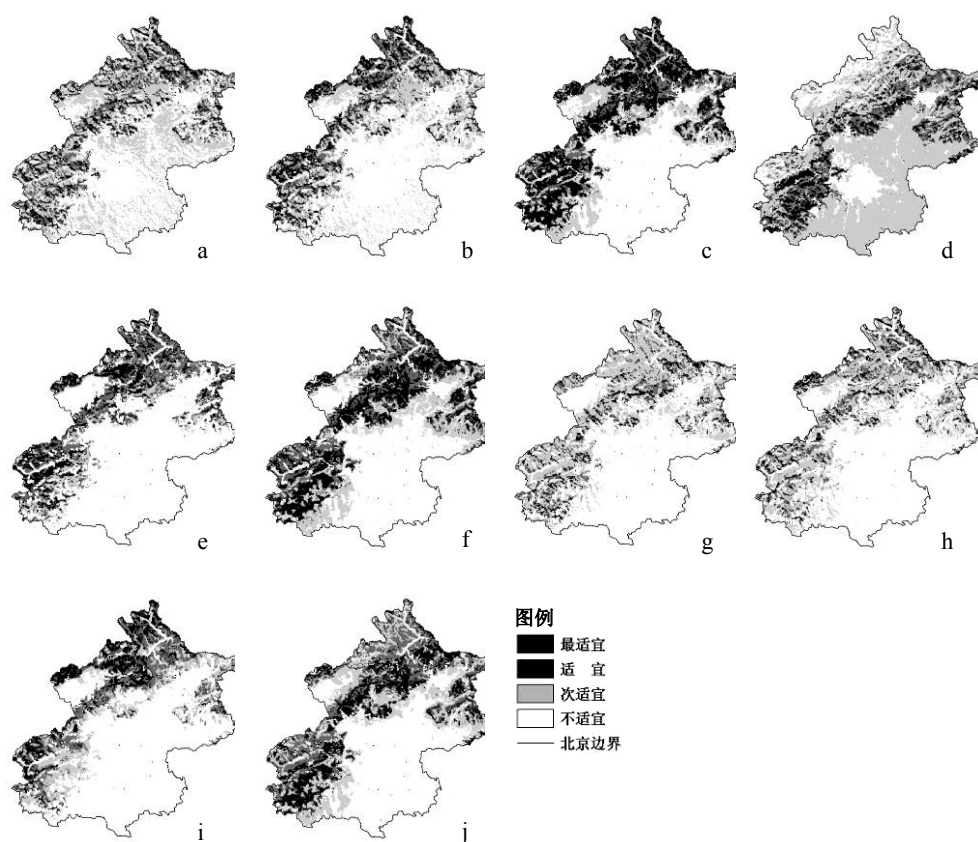


图 8 北京道地药材生产适宜区图谱

Fig. 8 Diagram of suitable production regions of genuine Chinese medicinal materials in Beijing

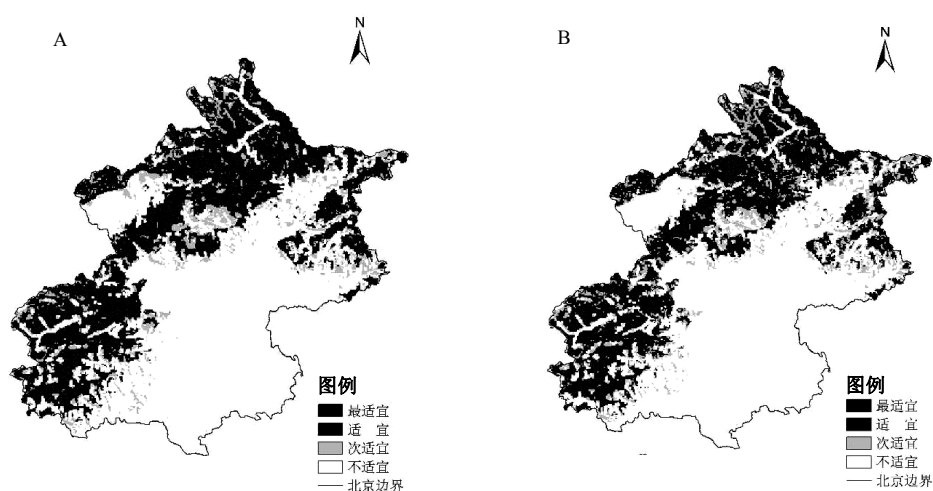


图 9 10 种道地药材综合生境适宜性 (A) 和生产适宜性 (B) 评价

Fig. 9 Evaluation of habitat (A) and production (B) suitability for ten types of genuine Chinese medicinal materials

处的高、中山地区，门头沟和房山的中西部也有大面积分布。最适宜区和适宜区交织分布，平谷的北部、东部也有少量分布。对生境适宜性而言，最适宜区和适宜区占到了北京国土面积的 33.65%，生产最适宜区和适宜区的面积占到了 37.39%，这些地区是保护北京中药资源的重要和关键地区，也是北京

10 种中药材的主产区。

2.3.3 次适宜 生产次适宜区比生境适宜区略多，分布上也有较大变化，延庆西北山区、昌平北部山地面积有所减少，但是在怀柔西北有所增加，这些地区的特征主要是山地和平原的过渡地带。生产次适宜区的面积相对增多，说明了 10 种药材具有较大的发展

表 1 10 种道地药材综合生境和生产适宜区面积统计

Table 1 Area statistic of suitable habitat and production areas for ten types of genuine Chinese medicinal materials

适宜区	最适宜		适 宜		次适宜		不适宜	
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
生境适宜区	193 000	11.75	421 350	25.64	139 750	8.51	888 925	54.10
生产适宜区	147 700	8.99	405 225	24.66	162 700	9.90	927 400	56.44

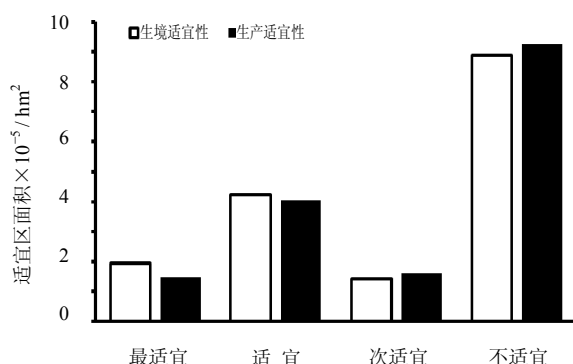


图 10 10 种道地药材综合生产与生境适宜区的面积对比

Fig. 10 Comparison of suitable habitat and production areas for ten types of genuine Chinese medicinal materials

潜力,尤其是在优化土地利用结构的基础上开展中药材的栽培工作有助于中药资源的保护和产出。

2.3.4 不适宜 生境不适宜区和生产不适宜区均占到超过北京一半的国土面积,主要分布在平原地区,主城区、昌平、顺义、平谷西南、大兴、通州和延庆等地区。受到制约的直接因素就是土地利用,如城市化和现代农业的影响。平原地区人类活动更为集中和剧烈,不适宜发展中药材的种植业,但是可以作为中药材产业化发展的重要地区,依托先进技术和发达的交通,从运输和加工方面解决中药材扩大再生产的产业难题。

3 结论与讨论

面对“数字地球”时代,中药资源数字化研究和管理将成为必然趋势。本文结合现代数字地球技术和传统中药学理论构建了“数字药匣”,并以北京 10 种中药资源为例,探讨了该地区 10 种中药材的生境和生产适宜性。

(1)“数字药匣”能够定位、定量地反映中药资源的生境条件等海量空间信息,具有实现中药资源空间数据的存储、管理、分析、显示,以及提取中药资源原产地生境特征、建立中药材原产地生境标识的功能。

(2)构建由自然因子(海拔、坡度、坡向、气温、降雨、植被和土壤)和人文因子(土地利用)组合的北京中药资源数字化平台,建立综合评价模型。

采用“3S”技术与网格数字镶嵌技术对北京地区的中药资源进行综合生境和生产适宜性评价,从而得到了系列的生境和生产适宜性评价图谱,为北京地区中药材种植和产业化规划提供科学依据。

(3)北京作为重要的中药材产区,具有巨大发展潜力,综合生境适宜区的面积占 37.39%,生产适宜区的面积占 33.65%,通过调整土地利用结构,可以提高生产适宜区的面积,减少次适宜区和不适宜区面积,从而扩大北京地区中药材种植和产业化发展。

通过现代数字地球技术和中药理论体系融合从而构建“数字药匣”理论,并结合 GIS 与地图图谱技术,以北京地区中药资源数字化研究为例,探讨该地区多种中药材的生境和生产适宜性,以期为实现中药资源空间数据存储、管理、分析、显示和提取道地药材原产地生境特征,应用“3S”技术与网格数字镶嵌技术结合,对道地药材生产适宜区评价和种植规划具有重要的指导作用;在中药资源调查、实时动态监控、产量估测、病虫害监测方面应用前景广阔。全国“数字药匣”的建立对实现我国中药资源的可持续利用具有重要的推动作用。

参考文献

- [1] 陈士林,张本刚,张金胜,等.人参资源储藏量调查中的遥感技术方法研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2005,7(4):37.
- [2] 王 瑀,魏建和,陈士林,等.道地药材浙贝母产地适宜性的 GIS 分析[J].中国现代医药,2006,8(6):4-6.
- [3] 郭兰萍,黄璐琦,阎 洪,等.基于地理信息系统的苍术道地药材气候生态特征研究[J].中国中药杂志,2005,30(8):565-569.
- [4] 郑朝贵,汪美英,刘佩民.皖东地区中药材资源的调查、评价与区划[J].农村生态环境,2002,18(2):14-18.
- [5] 刘 珍,王静爱,洪世奇,等.基于 GIS 图谱法的中药资源生境恢复研究一以云南楚雄州彝药资源研究为例[J].北京师范大学学报:自然科学版,2007,5:567-571.
- [6] 蒋舜媛,孙 辉,周 媛,等.宽叶羌活适地分析及数值区划研究[J].中草药,2009,40(4):638-643.
- [7] 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[J].中草药,2007,38(4):481-487.