

中药材道地性评价与区划研究*

谢彩香¹ 宋经元¹ 韩建萍¹ 黄林芳¹ 李西文^{2**}

(1. 中国医学科学院药用植物研究所 北京 100193; 2. 中国中医科学院中药研究所 北京 100700)

摘要 道地药材是传统中医药文化的瑰宝和行业关注热点。本文从性状品质、化学品质和生态环境三个方面对道地药材进行多维度评价,并对中药材区划进行综述和展望,介绍了中药材定性区划和定量区划、生态区划和生产区划、中国区划和全球区划,生产区划因增加土地评价使得评价结果更有利于实际应用,全球区划从中医药海外发展战略角度发展历程将有利于中医药事业的海外发展。

关键词 道地药材 性状品质 化学品质 生态环境 全球区划 生产区划

doi :10.11842/wst.2016.06.002 中图分类号 :R931.2 文献标识码 :A

道地药材是传统医药界公认的、在特定生存环境下所产生的疗效好、质量优的一类中药材。古典医药著作已有对道地药材品质生态学问题的初步认识和记载,认为药材质量与其生态环境密切相关。《本草纲目》记载“动植形生,因方舛性……离其本土,则质同而效异”,这里的“本土”指的就是药材生长所需要的气候、土壤、水质等生态环境,《本草经集注》有言“诸药所生,皆有境界”,即药材品质受产地环境影响,说明在古代人们已经认识到特定自然环境对药用植物生长的重要性。另外,随着药材的使用和流通,人们对因产地环境造成的药材商品规格也有了明确的认识和总结。例如,甘肃岷山山后的当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels, 主根肥而长,内外质地油润,气清香;而山前当归主根较短,支根多而细,油性较差。蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* 在黄河以北为鞭杆芪,黄河以南为鸡爪芪。

随着对药材使用的经验积累,人们逐渐认识到不同产地药材的功效存在差异。《本草纲目》记载有

“当归川产者刚而善攻,秦产者力柔而善补;黄芪出陇西者温补,出白水者冷补;黄连蜀道者粗大,味极浓苦,疗渴为最;江东者节如连珠,疗痢大善”。因此,不少道地药材在药名前多冠以地名表示,如西宁大黄、宁夏枸杞、川贝母、川芍、秦艽、怀地黄^[1]。

产地环境是道地药材形成的重要外在因素,直接影响到道地药材的生长发育及其有效成分的形成和积累^[2]。随着对道地药材认识的不断深入,研究人员尝试用不同数学方法阐释生态环境对道地药材的影响,如光照、温度、水分、空气、土壤等生态因子与道地药材的关系,并在此基础上研究和探讨适合道地药材生长的最佳生态适宜区,以科学指导中药材的引种和扩种(图1)。

1 道地药材品质评价

特定生态环境是形成道地药材的重要外在因素。中国各地区的水土、气候、日照等生态环境因子千差万别,不同地域生态、气候条件的差异造成不同产区道地药材在性状、质量和药效上的差别。目前,道地药材的环境生态论、品种延续与产地变异论、持续利用理论和生态型理论均阐述了环境对道地药材

收稿日期 2016-06-19

修回日期 2016-06-19

* 科学技术部国家科技支撑计划(2015BAI05B01) 喀斯特山区中药材生态适宜性区划关键技术,负责人:谢彩香,国家自然科学基金委面上项目(81473304):人参药材中人参皂苷地理变异气候特征研究,负责人:谢彩香,国家自然科学基金委重点项目(81130069) 道地药材形成的生物学实质,负责人:陈士林。

** 通讯作者:李西文,副研究员,主要研究方向:中药资源与鉴定研究。

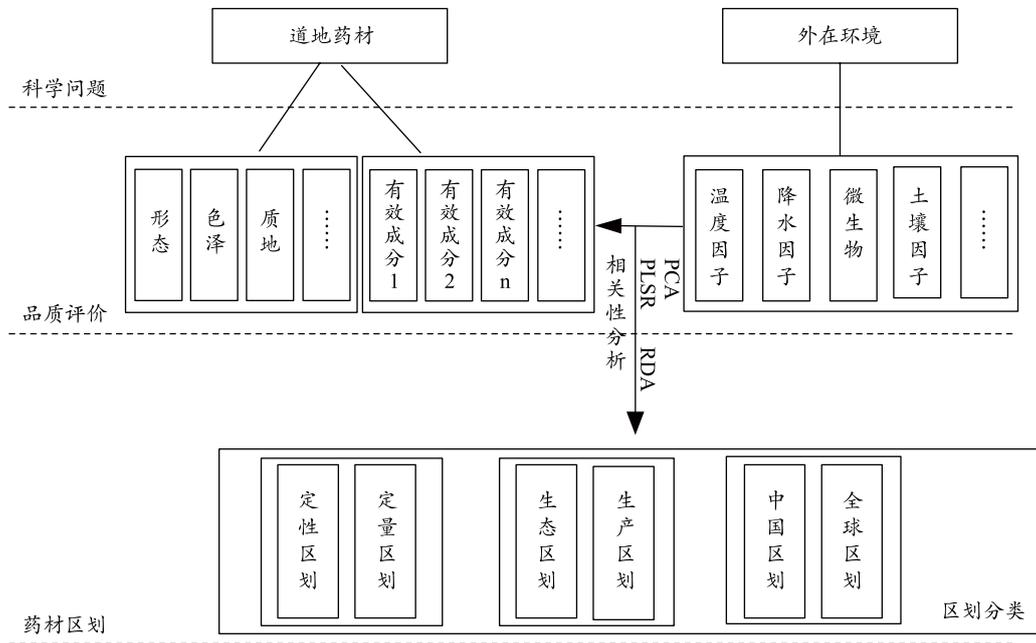


图1 道地药材品质评价与区划

的重要影响^[3]。当代学者用各种现代分析技术和方法,以道地药材为主体开展中药区域特征研究,研究和发现不同产区的道地药材品质变异规律,揭示中药资源分布和生产地域分异规律,并尝试用不同数学方法探究生态因子对药材品质的影响,以阐释道地药材形成的生态学机理。

1.1 道地药材性状品质评价

中药材的性状特征包括形态、粉性、柴性、油性、密度及色泽等,与药材的化学成分、疗效有密切关系。因此,性状特征是道地药材质量评价的重要指标之一。《神农本草经》记载常山“细实黄者,呼为鸡骨常山,用之最胜”,即常山药材中根细坚实色黄者为上品。《名医别录》有言黄连“其连珠而色黄”,意思是黄连根茎有尖端不规则的结节状隆起,横断面为金黄色的为上品;朱砂“光色如云母可拆者良”即有光泽,颜色如云母,呈片状,可分离的为佳品。山西与内蒙古的黄芪在形态上为鞭杆芪和直根芪,而甘肃黄芪形态为二叉芪和鸡爪芪。研究发现不同生态型黄芪的黄酮类成分及黄芪甲苷量高低顺序为鞭杆芪>直根芪>二叉芪>鸡爪芪^[4]。山西道地产区浑源的黄芪淀粉粒多、韧皮纤维较多,符合道地性状描述“粉性足绵性大”《本草纲目》所载厚朴“皮极鳞皱而厚紫色多润者佳,薄而白者不堪”,黄芩“宿芩乃旧根,多中空,外黄内黑”,“子芩乃新根多内实”。

天麻的性状特征为“肚脐眼”(自母麻脱落后的圆脐形疤痕)和“鹦哥嘴”(天麻的红棕色干枯芽苞)。《神农本草经集注》记载当归“今陇西四阳黑水当归多肉、少支气香、名曰马尾当归,稍难得”。甘肃“狗头大黄”明显的性状特征为形状有如狗头,顶端平圆,下部渐细而钝圆。优质大黄性状以外表黄棕色、锦纹及星点明显、体重、质坚实、有油性、气清香、味苦而不涩、嚼之发粘者为佳。

道地药材的性状特征是道地药材最显著、最直接的标志,是有效成分的一种外在表现形式,是道地药材质量评价的重要标准,是中国中医药遗产中对于道地药材品质评价的宝贵经验和财富。

1.2 道地药材化学品质评价

不同地理环境下的同一种药用植物,由于地域生态气候条件的差异导致药材品质有显著差异,化学成分已成为道地药材品质评价的主要指标。黄花蒿 *Artemisia annua* L. 在中国分布广泛,但是不同地区的青蒿素含量差异较大,青蒿素含量高低与其生长的立地条件密切相关。如在亚热带地区青蒿素含量在 0.4%–0.7% 之间,在温带和寒带地区青蒿素含量低于 0.1%,中国亚热带湿润气候区中的青蒿素含量平均值大于 0.5%^[5-7]。通过对西洋参中国三大主产区(东北、北京、山东)的化学成分分析表明,中国西洋参分为人参皂苷 Rb1–Re 山海关外型和 Rg2–

Rd 山海关内型两大化学型,即关外西洋参样品中 3 种皂苷(中国药典规定的指标性成分:Rg1、Re、Rb1)含量平均值普遍高于关内,其中 Re、Rb1 关内关外差异显著^[8]。基于 NMR 代谢组学技术对山西、甘肃产地的黄芪中的水溶性浸出物化学组成分析结果显示,山西和甘肃黄芪的浸出物含量、化学组成以及差异成分之间的相关系数均有较大不同,甘肃栽培黄芪浸出物中蔗糖、精氨酸、富马酸含量较高,而山西野生黄芪浸出物中胆碱、琥珀酸、柠檬酸、谷氨酸、牛磺酸和天冬氨酸含量较高,说明生长环境与药用植物品质密切相关^[9]。对不同产地不同品种的石斛研究结果发现,同种石斛不同产地的化学成分含量差异显著,铁皮石斛以浙江产多糖含量最高,金钗石斛以贵州产生物碱含量最高,鼓槌石斛以云南产毛兰素含量最高^[10]。对内蒙古和新疆北疆的肉苁蓉 *Cistanche deserticola* 化学成分研究表明,2'-乙酰毛蕊花糖苷在新疆产肉苁蓉中含量很高,而在内蒙古产肉苁蓉中几乎没有,所以 2'-乙酰毛蕊花糖苷是区分两大产地肉苁蓉的指标性成分^[11];锁阳适宜分布区研究发现,锁阳适宜区的空间分布呈现高原山地带状格局和典型沙生特点,随着分布区的由东向西降水量逐渐减少,海拔高度和日照时数逐渐增加^[12]。通过对甘肃岷县当归和其他非道地产区的当归药材中挥发性成分研究结果表明,30 余种共有成分中含量相差 2 倍以上的有 15 种化合物,相差 5 倍以上的有 4 种,而其余成分则不相同,分析结果表明,产地不同的当归药材所含的挥发性成分有较大差别,且有许多不相同的组分^[13]。对来自道地产区河南、山东和非道地产区江苏、云南、广西的忍冬 *Lonicera japonica* 质量研究结果说明,道地产区河南和山东所产的金银花中绿原酸含量普遍高于其他非道地产区^[14]。不同地区土壤中的钾、锰、锌、磷含量变化可以使川贝母道地药材与普通商品药材的品质产生差异,土壤中的钾、锰、锌、磷含量是川贝母品质的重要影响因子,是导致暗紫贝母生态分化的主要因子^[15]。福建、江西和四川的泽泻样品研究结果说明,道地产区福建生产的泽泻中微量元素 Ni 的含量是非道地产区的 10 倍以上,Fe 元素高 2 倍以上,Zn 元素高 1 倍以上,不同产区泽泻中微量元素含量差异十分明显^[16]。童菊花等^[17]研究发现,虽然杭麦冬和川麦冬属于同一物种,但杭麦冬和川麦冬不仅有效成分含量不同,而且在药效上也有显著差异。

道地药材品质研究已从道地药材的遗传特征、化学特征、生态特征等多方面阐释道地药材的品质差异问题^[18,19]。同一物种不同产地药材品质性状差异显著,表明生态环境与道地药材生长发育和品质药效密切相关,道地药材品质与生态因子的关系已成为研究热点。

1.3 道地药材生态评价

中国复杂多变的地理生态环境,形成了道地药材多种生态型模式。当今道地药材与生态环境研究已成为中医药科研的重要课题。区域生态环境对道地药材的影响是复杂的综合性耦合关系,包括光照、温度、湿度、土壤等是决定道地药材品质的关键因素。

为解释不同产区道地药材的品质差异,可通过主成分分析、典型相关分析、排序等综合性统计方法,研究各种生态因子对道地药材质量的影响。考察不同产地样品中人参皂苷含量与生态因子的相关性,发现在人参实际生产中可以通过适当低温处理增加人参中的人参皂苷含量,通过增施硼、铁、氮肥等施肥措施来调控人参皂苷含量^[20]。贾光林等^[21]对 16 个人参基地进行因子分析得到分值最高的是吉林和辽宁的人参基地,通过偏最小二乘回归法发现热量因子与人参皂苷含量呈强负相关关系,而水分因子、地理因子、光照因子与人参皂苷含量呈弱相关关系。对 3 种人参皂苷进行区划分析表明 3 种人参皂苷积累的最佳生态适宜区域主要位于长白山脉,而燕山山脉和太行山脉有少量分布区域。黄林芳等通过 PLS 和 RDA 分析了道地药材羌活 *Notopterygii Rhizoma* 化学成分含量与生态因子间的相关性,研究结果表明,日照时数、海拔、年降水量是影响羌活化学成分累积的主要因素;日照时数有利于羌活化学成分累积,在一定范围内,海拔越高,年降水量越大,越能促进羌活醇的积累,而不利于异欧前胡素含量富集^[22]。石斛研究结果表明,土壤类型与铁皮石斛中多糖含量呈极显著相关,年降水量与金钗石斛中石斛碱呈极显著正相关,温度是影响鼓槌石斛中毛兰素含量的主要因素。郭兰萍等^[23]通过逐步回归分析研究发现降雨量是影响苍术挥发油含量的重要生态主导因子,高温是影响苍术生长发育的生态限制因子。姚欣等运用相关分析和逐步回归分析方法系统分析气候、土壤、地形等生态因子对牛蒡子品质、有效成分等的影响,研究结果表明,一月最低温是影

响千粒重的关键因子,土壤中 Zn 含量是影响牛蒡苷元含量的关键因子,同时也是影响重量百分比和粒数百分比的关键因子^[24]。黄璐琦等^[25-26]研究发现,温度、日照时数和降水量是影响青蒿素含量高低的主要气候因子(表 1)。

道地药材品质研究说明,不同产地道地药材品质有差异,生态因子对道地药材品质影响也各不相同。目前,中药材品质生态学还在做深入研究: 研究结果还需进一步的植物控制实验加以佐证,同时,生态环境对道地药材代谢产物形成的影响机制还有待于深入研究; 目前,生态环境对中药材品质影响研究,多局限于研究中药材几个化学成分与土壤或气候因子的简单相关分析。这其中存在 3 个问题:

全面表征道地药材品质的评价标准有待完善,道地药材中究竟有多少种化学成分,与疗效有关的是哪些成分,道地药材品质是多个生态因子共同作用的结果,道地药材生长的生态环境具有整体性、复杂性和动态性的特点,因此,道地药材的生态环境应着重于多个生态因子的动态宏观研究,要尽可能从整体上把握道地药材和生态环境之间的关联性; 药材样品和生态因子的取样需综合考虑,不仅要考虑生态环境的代表性,如地质、地貌、气候、水质、土壤、植被等因素,而且要考虑中药材样本代表性,取样数量以及供测试分析时样本取样法等都应有规范要求^[33],药材取样要统一采样时间和药材的生长年限,以避免测试分析结果假阳性或假阴性。

表 1 部分药材生态因子与化学成分的相关性

药材	方法	结果	文献来源
肉苁蓉	采用主成分分析法分析了蒙古与新疆地区肉苁蓉与生态因子相关性	新疆产肉苁蓉品质主要受年均降水量以及年均相对湿度影响,蒙古产肉苁蓉主要受温度影响	中国科学 ^[11]
锁阳	分析锁阳的适宜产区	呈现高原山地带状格局和典型沙生特点,降水量逐渐减少,海拔高度和日照时数逐渐增加	植物学报 ^[12]
人参	通过主成分分析,典型相关分析,排序等方法分析人参皂苷与生态因子相关性	温度在人参皂苷积累过程中起决定作用,有效砷,有效铁,速效氮与人参皂苷含量呈正相关	生态学报 ^[20]
青蒿	采用多种数学方法研究生态因子对药用植物黄花蒿地理分布的影响	温度、日照时数和降雨量是影响青蒿素含量高低的主要气候因子	Chinese Medicine ^[25-26]
羌活	通过偏最小二乘回归、主成分分析和冗余分析方法研究气象因子与羌活品质关系	日照时数、海拔、年降水量是影响羌活化学成分累积的主要因素	生态学报 ^[22]
黄芪	通过主成分分析和相关分析法分析黄芪主要活性成分与生态因子相关性	影响黄芪化学成分含量的气候因子主要为年均相对湿度、年日照时数及 7 月均温	应用生态学报 ^[28]
唐古特大黄	分析气候土壤和地形因子与唐古特大黄地理分布的相关性	气候与大黄地理分布显著相关	Chinese Medicine ^[30]
栀子	分析矿质元素、土壤 PH 值与化学型的相关性	Mg 和 PH 是影响栀子苷含量的主要因素,矿质元素与药效存在相关性	生命科学研究 ^[29]
金银花	分析土壤、气候因子与金银花有效成分的关系	日照时数是影响金银花有效成分的决定因子	中国实验方剂学杂志 ^[31]
刺五加	用偏最小二乘回归法分析刺五加活性成分与生态因子相关性	对野生刺五加根茎品质的影响较大的生态因子为日照时数、坡度、七月最高气温	现代中药研究与实践 ^[32]

2 道地药材区划

道地药材区划是对道地药材的自然分布规律以及道地药材生产的地域特点进行系统研究,按照区内相似性和区间差异性原则将道地药材资源分区。道地药材品质与生态环境研究不仅阐释道地药材的生态特征需求,以及生态环境对道地药材品质的影响,同时对指导道地药材区划和生产合理布局有重要参考价值。道地药材区划目的在于揭示道地药材资源与道地药材生产的地域分异规律,药材区划是个庞大的系统工程,需要考虑的作用因素较多。目前道地药材区划主要有以下几种:定性区划和定量区划、生态区划和生产区划、国内区划和国际区划(图2)。

2.1 定性区划和定量区划

道地药材定性区划是指结合自然地理特点、主要区域气候环境以及人类栽培种植活动等要素,采用自上而下逐级划分、专家集成与模型相结合的方法来进行道地药材区划。如20世纪80年代进行的第三次中药资源普查是以道地药材为主,选择具有明显区域分布特色的代表药材,对其资源现状、道地性、生产布局、生产和流通等方面加以重点研究,并参照自然地理区划和行政区划,对中药资源进行合理的分区划片^[34]。第三次中药资源区划将中国药用植物分为8个区,为阐明中国药用植物地理分布及其基本规律,以及道地药材生产和发展保护具有重要作用。

伴随着数学方法和数值信息化技术的应用,道

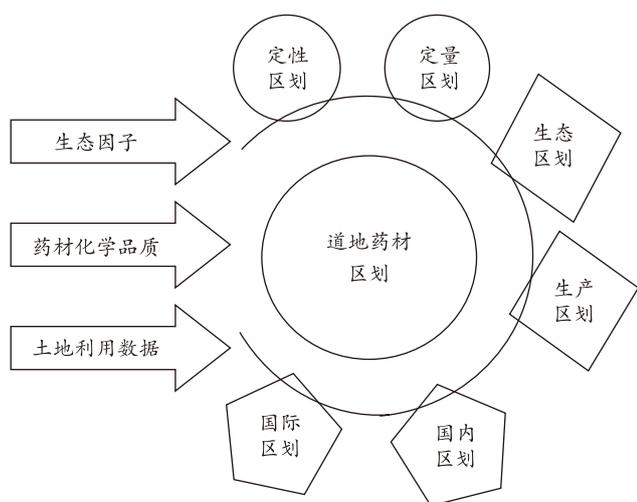


图2 道地药材区划类型

地药材区划已由定性区划向定量区划的方向发展。早期学者根据药用植物的地理分布,运用计算机以组平均法聚类分析研究药用植物区划,将全国分为4个区和8个亚区,并对各区和亚区的生态环境条件、植物区系和植被特征作了阐述^[35]。同时,肖小河等^[36]运用聚类分析方法,将国产乌头属划分为4个分布区。陈士林等利用群落相似系数和Bray-Curtis距离系数等对川贝母等道地药材的生态适宜性进行了方法学探索^[37-40]。肖小河等通过对10种川产道地药材气候生态适应性的定量分析,刻画了它们在四川盆地的分布关系,提出了川产道地药材的生态区划设想^[41],这些研究尝试用数量表示与道地药材相关的资料或信息,对数据进行量化处理、检验和分析,从而获得有数值特征的研究结论。随着计算机空间信息技术的进步和道地药材产地适宜性研究的不断深入,国内相关课题组建立了多因子综合定量区划技术体系(中药材产地生态适宜性分析地理信息系统),以地理信息系统平台和多因子模糊综合评价模型为核心的定量区划技术体系,基于庞大的后台数据库和精细空间分析功能,将影响药材生长的环境因子进行量化和综合分析,以生物引种生态环境相似性的基本原理,科学快速准确分析出与药材道地产区最为相近的地区^[42]。20世纪70年代末就有学者采用农业气候相似距分析方法,定量、综合、有序地度量两地间的相似程度^[43],但该方法主要针对大面积分布的平坝地区农作物,采用的是城市气象数据,并不适合分布于荒山僻岭且周围气象站点稀少的野生药材。中药材产地生态适宜性分析地理信息系统(Traditional Chinese Medicine Geographic Information Systems,TCMGIS)作为中药资源领域第一个专业性产地适宜性分析软件,该系统的使用结束了依靠传统经验和单个药材、单个气候因子以及单个产地分析的低效准确性差的做法,使道地药材适宜性评价向实用化和定量化方向发展,减少区划过程中的人为因素^[44-51],该技术对于中药材GAP基地选择,中药材产地合理布局等都具有重要指导作用。相关研究者等进行了人参、甘草、肉苁蓉、西洋参等200余种药材的产地适宜性数值区划研究,得到了能有效指导各药材产地布局的分析结果^[52-53]。

2.2 生态区划和生产区划

生态区划重视“原产地”概念,即只有与原产区生态环境相类似的区域,才能生产出高品质的中药

材,这是保证中药材高质量生产的基础。作为目前较为成熟和应用最多的道地药材生态区划考虑的因素是生态因素,即根据研究区域的生态条件计算其是否适合某道地药材的生长,生态区划中选取的因子一般只有气候和土壤类型,气候指标主要包括降水、温度、活动积温、湿度、日照等。生态区划由于没有考虑土地利用等诸多社会因素,使得区划结果缺乏一定的实用性。确定某地区是否适合种植某中药材不仅取决于气候和土壤条件,同时取决于地形地貌、道路交通、工业布局等诸多社会因素,这样道地药材区划会更为合理。因此,为获得对实际生产有更强指导作用的道地药材区划,道地药材需要从生态区划向生产区划发展。

为完善道地药材的区划技术体系,提高道地药材区划结果的实用性,Xie^[53]等建立了道地药材生态适宜性评价和土地生产适宜性评价并行的技术路线体系。道地药材生产区划不仅考虑生态因素,同时考虑人为空间污染源等污染因子(道路、居民地、工矿企业)、土地利用状况、土地坡度等可能会对道地药材产生的潜在影响,以确保规划区域不仅在生态因子上适合某药材生长,同时,土地现状适合发展道地药材生产。Xie等以牛膝 *Achyranthes bidentata* 在天津市的生产基地选址为例,将生态适宜性评价和土地生产适宜性评价相结合,选择牛膝主要分布区域河南、陕西、甘肃、安徽、江苏、浙江、江西、湖南等省(区、市)作为牛膝的最佳适宜区。根据药用植物生长特点选取 10 个生态因子作为牛膝生态适宜性评价因子体系,分析得到牛膝在天津市的生态适宜区域主要分布在天津市地势较平坦的南部的静海县、武清区、大港区、西青区、东丽区、北辰区、宁河县、津南区、塘沽区等县市。而从土地利用和社会经济发展等因素分析,天津市适合牛膝发展的区域主要分布在静海县、宁河县、宝坻区、大港区等远郊区县,共 513 个土地板块 836 km²。综合生态区划和土地区划最终得到牛膝在天津市的生产区域集中在天津市周边的静海县、宁河县、大港区、武清区等,共 266 个板块 575 km²。道地药材生产区划技术使得区划结果更加趋于实际,提升了区划结果的应用价值。

2.3 中国区划和全球区划

中药材是中医药事业传承和发展的物质基础,是关系国计民生的战略性资源。作为具有商品和药品双重属性的中药材,国际上对其安全性越来越重视。目前,国内土壤污染问题和劳动力成本上升等诸多因素,加快了国内中药材种植基地向国外区域拓展的趋势。为更好研究道地药材在全球的资源分布和生态特征,以及满足中药材栽培国际化需求,Xie等以全球气候数据库和道地药材生态适宜性分析平台研究黄花蒿 *Artemisia annua* 的空间分布格局和气候特征,研究发现纬度与黄花蒿分布关系密切,影响黄花蒿分布的气候因子主要是年降水量、最湿季降水量、最暖季降水量以及最暖月最高温、最暖季平均温和最湿季平均温。利用中药材数值区划信息系统软件 RISTCM 得到黄花蒿 95%–100% 气候相似性区域位于以赤道为中心轴,南纬 30° 和北纬 30° 的北美洲东部、欧洲西部及亚洲东部^[54]。

虽然道地药材生态适宜性技术取得了不少进步,但还存在以下问题:相似性比较方法问题:目前多以点的多维数据和空间距离比较不同地域生态相似性,但这种相似性衡量方法无法准确区分多维数据的方向不同性,会导致尽管多维数据排列不同,但空间距离依然相等的状况;生态因子的时间尺度问题:目前多以年均数据为生态评价因子,无法准确描述贯穿道地药材生长周期内的因子相似性。全面比较两个地域间的相似程度,不仅要考虑两地域间气候因子动态曲线的相似性,还需要研究和考虑新的相似性度量方法基于欧氏距离的农业气候相似度量法和相似系数、海明距离等数学衡量标准都不能很好的描述样本间的相似性。

3 展望

道地药材品质与产地自然因素以及人为因素有密切关系。自然因素是指该地域所具有的特殊地理环境、气候、土壤、水质、物种等;药用植物品质与气候因子的关联分析,以及道地药材产地生态适宜性的研究,在生物多样性监测、种质保护和评价等方面都具有重要的理论和实践意义。因为道地药材品质和生态因素本身都具有整体概念,因此,对其中涉及的理论和方法还需要不断改进和完善。

3.1 药材品质与气候因子相关性的整体性研究

道地药材品质与气候因子的相关分析是一项复

杂任务,单因素研究不足以全面准确反映结果的真实性和可靠性,须应用多元统计分析法增加结果与可靠性。多因素正交试验设计是道地药材与气候相关性研究最主要的设计方法。相关性分析、主成分分析、回归分析、方差分析、聚类分析、判别分析等是道地药材与气候相关性研究常用数据分析方法。药材品质与气候因子关系比较复杂,环境中水、光、热等因子与土壤的不同组合而形成的各种复合生态环境是影响道地药材形成的一个重要因素。因此,简单的少数分析方法往往不能揭示其内在的复杂关系,应在整体观基础上加强不同因子相互作用对品质的影响研究,加强多因素、定量化和综合分析研究。同时,关于生态因子对药材品质的影响研究目前主要集中在最终产品上,而外在生态因子的变化对药材品质形成过程中关键酶及相关代谢的影响研究还相当薄弱。为此,应加强研究生态因子在药用植物完整生长期对药材品质形成过程中代谢组学的动态影响,为进一步探讨道地药材机理奠定基础。

3.2 道地药材生态相似性度量方法

目前研究多集中在以点的多维数据和空间距离比较不同地域的生态相似性,但空间距离法无法准确区分多维数据的方向不同性,会导致尽管多维数据排列不同,但空间距离依然相等的状况。而植物

引种的气候相似性不仅要考虑气候在某一点的相似性,同时还要考虑气候要素的年内动态、分配相似性。衡量两类事物属性的相似程度有许多方法,如相似系数法和各种距离法等,它们有一定的适用性,但又有局限性。兼顾气候年内分配曲线形状相似、数值相近的相似性评价模型,能比较客观合理地反映区域间的气候相似性问题,成为产地气候适宜性的研究重点。

3.3 “一带一路”道地药材全球区划推动中医药事业的海外发展

“一带一路”的国家发展战略是中医药走出去的重大机遇,是中医药产业实施海外发展战略、加快走出去的重要契机。目前,国内土壤污染问题和劳动力成本上升等诸多因素,引发了国内大型医药公司在海外发展中药材原料基地选址的需求。因此,建立完善的世界气候数据库,加强道地药材在海外适宜区的相关研究具有重要的现实和长远意义。同时,中药材产地适宜性研究主要集中在现时阶段的适宜区规划,然而世界气候变化必然会导致道地药材的产地迁移,如人参已从山西上党迁移到东北长白山区一带。根据气候变化模型阐释道地药材的历史变迁和未来发展及在海内外的基地选择,将有利于中药产业的可持续发展。

参考文献

- 1 谢宗万. 论道地药材. 中医杂志, 1990, 40(10): 43-46.
- 2 钟可, 王文全, 靳风云, 等. 知道地药材史学探讨. 中医药信息, 2013, 30(1): 29-33.
- 3 黄林芳, 王雅平. 道地药材研究理论探讨. 中国现代中药, 2015, 17(8): 770-775.
- 4 杨庆珍, 刘德旺, 王冬梅, 等. 黄芪生态型与品质的相关性研究. 中草药, 2014, 45(16): 2395-2399.
- 5 钟国跃, 周华蓉, 凌云, 等. 黄花蒿优质种质资源的研究. 中草药, 1998, 29(4): 264-266.
- 6 李锋, 韦霄, 许成琼, 等. 广西黄花蒿类型调查研究. 广西植物, 1997, 17(3): 231-234.
- 7 张小波, 郭兰萍, 黄璐琦. 我国黄花蒿中青蒿素含量的气候适宜性等级划分. 药学报, 2011, 46(4): 472-478.
- 8 黄林芳, 索凤梅, 谢彩香, 等. 中国产西洋参品质变异及生态型划分. 药学报, 2013, 48(4): 580-589.
- 9 田栋, 李震宇, 范圣此, 等. 基于 NMR 代谢组学技术的不同产地黄芪水溶性浸出物化学组成分析. 药学报, 2014, 49(1): 89-94.
- 10 李文涛, 黄林芳, 杜静, 等. 基于 PLS 分析石斛品质与生态因子的相关性. 应用生态学报, 2013, 24(10): 2787-2792.
- 11 黄林芳, 郑司浩, 武拉斌, 等. 基于化学成分及分子特征中药材肉苁蓉生态型研究. 中国科学: 生命科学, 2014, 44(2): 1-11.
- 12 黄林芳, 谢彩香, 陈士林, 等. 沙生药用植物锁阳产地适宜性的定量评价. 植物学报, 2010, 45(2): 205-211.
- 13 薛健, 徐燕, 张秀, 等. 道地与非道地当归药材气味成分比较研究. 中国药科大学学报, 2002, 33(2): 117-119.
- 14 张重义, 李萍, 李会军, 等. 道地与非道地产区金银花质量的比较. 中国中药杂志, 2007, 32(9): 786-788.
- 15 陈士林, 肖小河, 陈善塘. 松贝品质与土壤生态的相关性研究. 中药材, 1990, 13(9): 3-5.
- 16 吴水生, 陈丽, 郭素华. 道地与非道地产区泽泻样品中微量元素的比较. 福建中医学院学报, 2004, 14(3): 32-33.
- 17 童菊花, 王玉霞, 孙虹, 等. 基于代谢组学技术的杭麦冬和川麦冬药效差异性研究. 药学报, 2014, 49(10): 1451-1456.
- 18 王晓玥, 宋经元, 谢彩香, 等. RNA-Seq 与道地药材研究. 药学报, 2014, 49(12): 1650-1657.
- 19 黄林芳, 付娟, 陈士林. 中药材生态变异的学术探讨. 中草药,

- 2012, 43(7): 1249–1258.
- 20 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): 7551–7563.
- 21 贾光林, 黄林芳, 索凤梅, 等. 人参药材中人参皂苷与生态因子的相关性及其人参生态区划. 植物生态学报, 2012, 36(4): 302–312.
- 22 黄林芳, 李文涛, 王珍, 等. 濒危高原植物羌活化学成分与生态因子的相关性. 生态学报, 2013, 33(24): 7667–7678.
- 23 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. 中国中药杂志, 2005, 30(8): 565–569.
- 24 姚欣, 常禹, 刘森, 等. 道地药材牛蒡子特性与生态因子的关系. 湖南农业科学, 2009(11): 18–21.
- 25 Huang L F, Xie C X, Duan B Z, *et al.* Mapping the potential distribution of high artemisinin-yielding *Artemisia annua* L. (Qinghao) in China with a geographic information system. *Chin Med*, 2010, 5: 18.
- 26 张小波, 郭兰萍, 黄璐琦, 等. 广西青蒿生产适宜性的区域差异分析. 资源科学, 2008, 30(5): 759–764.
- 27 Ebiamadon A B, Ogbu U, Peter N. C., *et al.* Adaptation and agronomic performance of *Artemisia annua* L. under lowland humid tropical conditions. *Ind Crop Prod*, 2012, 39: 190–197.
- 28 杨庆珍, 王增绘, 付娟, 等. 黄芪化学成分与生态因子的相关性. 应用生态学报, 2015, 26(3): 732–738.
- 29 韩建萍, 王永炎, 张文生, 等. 矿质元素及 PH 值与梔子中梔子苷含量的相关性. 生命科学研究, 2006, 10(2): 134–138.
- 30 Yu H, Xie C X, Chen S L, *et al.* TCMGIS-II based prediction of medicinal plant distribution for conservation planning: a case study of *Rheum tanguticum*. *Chin Med*, 2010, 5:31.
- 31 程若敏, 梁晓乐, 陈少容, 等. 药用银花环境因子特性研究概况. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(3): 232–234.
- 32 孟祥才, 于冬梅, 孙晖, 等. 偏最小二乘回归分析刺五加茎活性成分与生态因子相关性. 现代中药研究与实践, 2010, 24(1): 17–21.
- 33 鄢丹, 王伽伯, 李俊贤, 等. 论道地药材品质辨识及其与生态环境的相关性研究策略. 中国中药杂志, 2012, 37(17): 2672–2675.
- 34 中国药材公司. 中国中药区划. 科学出版社, 1995: 27.
- 35 陈士林, 肖小河, 王瑀. 中国药用植物数值区划. 资源开发与市场, 1994, 10(1): 81.
- 36 肖小河, 陈士林, 陈善壖. 中国乌头属分布式样的数值分析. 植物学通报, 1992, 9(1): 46–49.
- 37 陈士林, 肖小河, 陈善壖. 暗紫贝母植被分布格局的数值分析. 西南师范大学学报, 1997, 22(4): 416–420.
- 38 陈士林. 松贝(川贝母)品质生态学研究. 中国野生植物资源, 1998.
- 39 中国药材公司. 川贝母适宜区分析. 《中国中药区划》. 北京: 科学出版社, 1995: 50.
- 40 陈士林. 道地药材与生态型的相关性. 中草药, 1988(8): 40.
- 41 肖小河, 陈士林, 陈善壖. 川产道地药材气候分布格局的数值分析. 中药材, 1991, 14(6): 3–5.
- 42 陈士林, 魏建和, 孙成忠, 等. 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. 世界科学技术—中医药现代化, 2006, 8(3): 47–53.
- 43 魏淑秋, 刘桂莲. 中国与世界生物气候相似研究. 北京: 海洋出版社, 1994: 1–5.
- 44 陈士林, 谢彩香, 姚辉, 等. 中药资源创新方法研究. 世界科学技术—中医药现代化, 2008, 10(5): 1–9.
- 45 陈士林, 周应群, 谢彩香. 基于 TCMGIS-I 的西洋参生态适宜性分析. 中国中药杂志, 2008, 33(7): 741–745.
- 46 陈君, 谢彩香, 陈士林, 等. 濒危药材肉从蓉产地适宜性数值分析. 中国中药杂志, 2007, 32(4): 1396–1401.
- 47 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.
- 48 王继永, 赵润怀, 孙成忠, 等. 基于代 TCMGIS-I 的乌拉尔甘草生态适宜区分析. 中国现代中药, 2006, 8(8): 4–8.
- 49 魏建和, 陈士林, 孙成忠, 等. 三七产地适宜性数值分类与区划研究. 世界科学技术—中医药现代化, 2006, 8(3): 118–121.
- 50 赵润怀, 王继永, 孙成忠, 等. 基于 TCMGIS-I 的道地药材附子产地适宜性分析. 中国现代中药, 2006, 8(7): 4–8.
- 51 谢彩香, 索凤梅, 周应群, 等. 基于地理信息系统的中药材生态适宜性量化研究. 中国中药杂志, 2011, 36(3): 379–382.
- 52 陈士林. 中国药材产地生态适宜性区划. 北京: 科学出版社, 2011.
- 53 Xie C X, Wang H, Huang L F, *et al.* Determination of production regions for pollution-free Chinese medicinal materials by geographic information system: *Achyranthes bidentata* in Tianjin as an example. *Chin Med*, 2014, 9: 25.
- 54 王欢, 李慧, 谢彩香, 等. 黄花蒿全球分布空间格局及气候特征研究. 中药材, 2015, 38(3): 460–466.

Research on Genuineness Evaluation and Regionalization of Chinese Medicinal Materials

Xie Caixiang¹, Song Jingyuan¹, Han Jianping¹, Huang Linfang¹, Li Xiwen²

(1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100193, China;

2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Science, Beijing 100700, China)

Abstract: The genuine medicinal materials have been the current research hotspot boasting its treasure as the

{ World Science and Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica } 957

culture of traditional Chinese medicine (TCM). This study mainly evaluated the genuine medicinal materials from the aspects of appearance properties, the chemical quality and the ecological environments, and summarized and prospected the regionalization of TCM, and introduced the qualitative regionalization and the quantitative regionalization, the ecological regionalization and the production regionalization, and Chinese regionalization and the global regionalization. The domestic production regionalization was more practical for its increasing in land evaluation, while the global regionalization was conducive to promote the development of TCM course overseas.

Keywords: Genuine medicinal materials, appearance characters, chemical qualities, ecological characteristics, global regionalization, production regionalization

(责任编辑 :马雅静 ,责任译审 :朱黎婷)