

• 专题 •

道地药材研究理论探讨[△]黄林芳^{*}, 王雅平

(中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193)

[摘要] 道地药材以“货真质优效佳”为标志,是中医药的精髓,中华民族文化的奇葩。道地药材的研究关系到中医药现代化、国际化的进程。自20世纪80年代以来,道地药材研究者在道地药材理论、道地药材评价等方面进行了富有创造性的探索。本文首次对道地药材基本理论,包括环境生态论、品种延续与产地变异论、持续利用理论和生态型理论进行梳理、归纳与提炼,重点对生态型创新理论及现代实践进行阐述,并对生物科技引领下道地药材研究的未来发展进行展望。

[关键词] 道地药材; 理论; 探讨

Theories and Prospects on Daodi Herbs

HUANG Linfang^{*}, WANG Yaping

(Institute of medicinal plants Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College 100193, Chian)

[Abstract] Daodi herbs, as the essence and remarkable parts of Chinese culture, is famous for its real and quality as well as good effect. And the research of Daodi herbs influences both the process of modernization and internationalization of Chinese medicine. Researchers have conducted a creative Study in the theory, evaluation and research method of Daodi herbs since the 1980s. In this work, we summarized the basic theory of Daodi herbs, including environmental and ecological theory, the origin of variation theory and variety continuation, ecological theory and theory of sustainable uses, focusing on the ecological theory and its application, deep outlook of the future development of Daodi herbs under the guidance of biotechnology for the first time.

[Keywords] Daodi herbs; theories; perspective

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.2015.8.005

道地药材是中药学和五千年传统文化的重要组成部分,道地药材在长期的临床、生产实践中积累了丰富的经验并形成独有的中医药特色,产生了多种本草医药专著。道地药材受不同历史时期的哲学思想、科学技术、政治、经济及医疗的影响,有着独特的发展经历和内在规律。本文首次对道地药材研究基本理论进行梳理和提炼,对道地药材研究的发展战略和思路进行论述。

1 道地药材研究基本理论

中药道地药材理论根据历史进程可分为环境生

态论、品种延续与产地变迁论、持续利用理论及生态型理论等4种学术流派(见表1)。

1.1 环境生态论

道地药材的古典学术思想萌发始于秦汉(公元200年)时期,《神农本草经》是代表性著作,该书是我国最早的药学专著,成书已有两千多年的历史。首次记载了药物生长环境,即提出药物的功用与其生长环境有关。如款冬生长在山谷,大黄生长在河西,藜芦生长在太山等。指出“采造时月、生熟、土地所出、真伪、陈新,并各有法”,即中药的产地、采收、贮存是影响药材质量和临床疗效的重要因

[△] [基金项目] 国家自然科学基金(批准号:81274013,81473315,81130069)资助项目

^{*} [通信作者] 黄林芳,副教授、硕士生导师,研究方向:中药资源与质量评价研究; Tel: (010)57833197, E-mail: lfhuang@implad.ac.cn

表1 道地药材研究的四种基本理论

理论	代表人物	代表性著作	形成年代	学术思想
环境生态论	古代: 神农氏、陶弘景 孙思邈、李时珍等	古代: 神农本草经、本草经集注、千金翼方、新 修本草、本草纲目	秦汉-明清 (公元200-1911年)	天人合一 朴素生境观
	近代: 胡世林、谢宗万	近代: 中国道地药材、中国道地药材图说	20世纪 80-90年代	
品种延续与 产地变迁论	谢宗万	中药品种理论与应用	20世纪 80年代	“择优而立”准则,道地产区时有变迁
持续利用理论	陈士林、肖培根	中药资源可持续利用导论	21世纪 90年代-21世纪初	道地药材合理利用与持续发展的平衡
生态型理论	陈士林、肖小河	道地药材与生态型的相关性,中草药, 1987,12:40-43 中药材生态变异的学术探讨,中草药, 2012,43(7):1249-1258 中国药材产地生态适宜性区划	20世纪 80年代-21世纪初	生态型是道地药材形成的生物学实质;道地生态整体观

素。首先对很多药材从药名上给予道地色彩,如巴豆、巴戟天、蜀椒、蜀漆、秦艽、秦皮、吴茱萸、阿胶等。南北朝梁代陶弘景在《神农本草经集注》^[1]明确指出:“诸药所生,皆有境界……江东以来,小小杂药,多出近道,气力性理,不及本邦。是道地药材概念的最早雏形。唐代孙思邈在《千金翼方》始用“道”描述产地,在“药出州土篇”专门记载了十道各州的地产药材,这是当时有关药材分布最全面的记载,也是道地药材这一名称产生的主要依据。并在《备急千金要方》云:“古之医者……,用药必依土地,所以治十得九”,为指导临床大夫用药提供科学依据。唐代《新修本草》序云:“动植形成,因方舛性,春秋节变,干气殊功。离其本土,则质同而效异”。唐贞观元年,政府根据自然形势,把全国分为关内、河内、河东、河北、山南、淮南、江南、陇右、剑南、岭南十道。宋代医药学家寇宗奭在《本草衍义》曰:“凡用药必须择土地所宜者,用药力具,用之有据”。金代李杲《用药法象》云:“凡诸草木昆虫,产之有地,失其地,则性味少异”。道地药材理论的雏形在秦汉唐宋元时期已初步形成。

道地药材的古典学术思想在明清(公元1505-1911年)时期进一步发展。“道地”作为专有名词首次出现在本草学著作中是明代太医刘文泰的《本草品汇精要》(1505年),在很多产地项下都标明了道地产区,如附子载“道地梓州蜀中”、千金子载“道地广州”等。之后“道地药材”一词首现于《牡丹亭·药》(1598年)。可见道地药材在这一时期进入快速发展期,其概念在明代已驱成熟,并在民间广为流传和运用。明代陈嘉谟在《本草蒙筌》描

述:“地产南北相殊,药力大小悬隔…凡诸草木、昆虫,各有相宜产地,气味功力,自异寻常。地胜药灵,视斯益信”。李时珍著《本草纲目》^[2]对药材的产地和质量的论述比较详细。清代对道地药材的研究得到进一步发展,先后有多种本草学专著问世,汪昂在《本草备要》云:药品稍者,必详其地道形色。清代徐大椿《医学源流论》云:古方所用之药,当时效验显著,而今依方施用,意有应与不应,其故何哉?一则地气殊也,当时初用之始,必有所产之地,此乃其本生之土,故气厚而力全,以后传种地方,则地气移而力薄矣。指出因产地改变,已非道地药材,故效力差了。说明道地药材之性质疗效与产地有关。自明清以后全国各地具地方特色的道地药材名称,如川乌、阿胶、怀地黄、辽细辛等相继出现,成为药材货真质优的代名词。

道地药材理论的萌发、形成与发展贯穿了以下重要本草学著作:《神农本草经》→《本草经集注》→《千金翼方》→《千金要方》→《新修本草》→《证类本草》→《本草衍义》→《图经本草》→《用药法象》→《本草品汇精要》→《本草纲目》→《农政全书》→《本草问答》→《药物出产辨》等(见图1)。这一系列本草专著一脉相承,对道地药材内在质量的形成与其产地和生态环境的相关性多有论述。阐明药材是以产地为本,产地决定了药材的性状,进而决定药材的药效,人类只有顺应自然规律才能够取得良好的生态效益。即阴阳、五行、天药相应、天人合一,该学术思想概括了生物与自然界的有机统一,凸显天人合一古代朴素生境观。中国古朴的哲学思想贯穿道地药材理论,并注重生态学观点,与现代生态学基本观点相吻合。

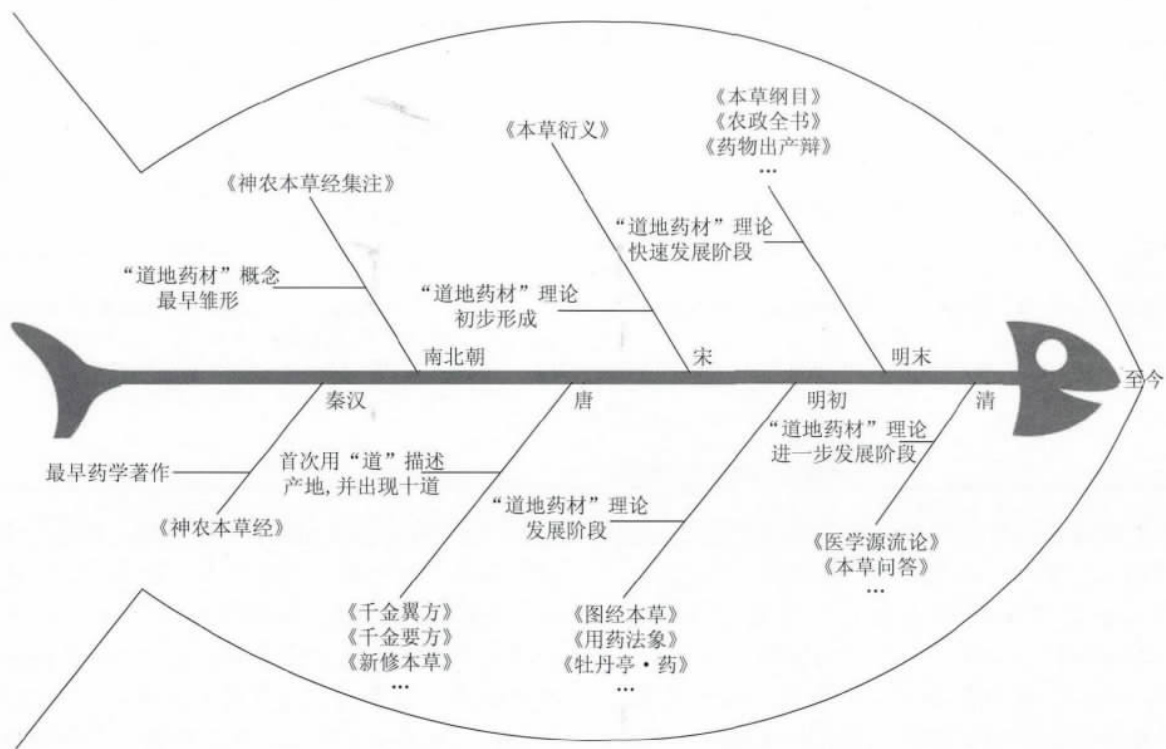


图1 道地药材环境生态论的发展史

20世纪80年代,胡世林和谢宗万先生为代表的环 境生态论秉承了古人的“天药人合一”思想。胡世林先生编著道地药材专著《中国道地药材》^[3]、《中国道地药材图说》^[4],从生物多样性的角度提出狭义中药材道地性:同一物种由于生态环境差别极大,或因物种的性别、年龄、栽培、生理病理、生长阶段、或因加工技术使得该物种所形成的药材质量发生了真伪优劣的变化。认为道地药材的发现和确立过程,实质是对生物多样性的选择性应用过程^[5]。谢宗万先生^[6]进而阐明了道地药材的成因,即在一定自然条件、生态环境中,生产较为集中,栽培、采收加工技术较独特的药材,在其他地区所产者品质佳、疗效好。古代朴素生境观是道地药材近代环境生态论的理论基础,环境生态论可以有效解释并指导道地药材实践。

1.2 品种延续与产地变迁论

品种延续与产地变迁是道地药材的一个重要特点,品种延续与产地变迁论以谢宗万先生为代表^[7]。中药品种延续是指中药由于其确切疗效及很高的安全性,其品种代代相传,历经千年至今仍延续不衰,经受了历史的考验。如人参、黄芪、当归等。产地变迁是指随着时代发展、社会进步与中医学进展,

当发现了比原有道地药材更为质优效佳时,就产生最新的道地产区,发生了道地产区的变迁。道地药材是历史延续的产物,是在漫长的历史长河中经历无数次生产实践形成的具有人为的和主观色彩。大多数药材的道地产区都经过一定变迁,导致产地变迁的原因主要是人文的外因,可分以下六点:①产地加工繁琐。如怀菊花的产地加工一般采取花大部分开放后收割,倒挂木架上阴干,再剪下花朵。该方法造成了易散瓣,产量低,以致种植面积减少^[8]。2000年版《中华人民共和国药典》已删除怀菊花。②地区经济发展不平衡。呈现由沿海向内陆边远山区发展趋势,经济较发达产区的市场主导地位不断削弱,如浙江的延胡索转至较为贫困的陕西,四川平原地区江油的附子向山区安县转移。又如在宋代,白术的药用价值受到重视,人们首先就近开发野生资源,浙江、安徽等地的资源得以利用。随着资源的不断开采,利用区域扩大到幕阜山区^[9]。③新产区的发现。因原产区产量少或因过度开采使得原产地资源枯竭导致产区转移等。如内蒙古产肉苁蓉资源已近枯竭,现市场上主要用新疆产管花肉苁蓉^[10];④环境气候的变化。如“四大怀药”并非一开始就在河南,而是适者生存与人工选择的产物。如魏晋时代咸阳产地黄最佳,到明代怀庆府产者最

佳^[11]。近年来报道山西运城、临汾等地黄的产量、质量都不亚于怀地黄，已成为新兴道地产区，可能与生态环境的改变有关。⑤异地引种。补骨脂由国外引进后，逐步在四川、河南形成道地产区；水飞蓟原产欧洲，在黑龙江省北部每年种植数千公顷以上。国内异地引种也改变并产生不少的道地产区，如从宁夏引进而主产于天津的津枸杞、从浙江象山引进主产于鄞州及磐安等地的浙贝、从广西引进云南文山的三七等。⑥政治经济背景变化。宋代前，医药的兴盛主要集中在黄河流域及南边地区，明清以后政治中心北移，文化及医药也随之扩散，出现了一系列新的道地产区。如史载人参以上党为最佳，后来上党不再产人参，道地产区变为东北地区。

道地药材产地变迁也涉及基原品种的改变。宋代前及其以后的正品细辛应该是华细辛，仅梁代本草和部分明清本草认为东北产细辛亦为质优的细辛^[12]；古代五加生山东省菏泽、江淮、汉中及其所处的秦巴山区，与现在刺五加基原品种可能存在不同；通过资源普查和开发，在新疆发现了比原有紫草药材更优质的新疆紫草等等。另道地药材也呈现出从野生品种到栽培品种的变迁。古代人们起初利用野生资源，后来随着野生资源的逐渐减少，在道地产区的引种驯化应运而生。如人们最初利用浙江、安徽等地的白术野生资源，在明清时期款术、于术等道地药材已经形成，后来栽培区域扩大到幕阜山区，江西、湖南等地也相继引种，扩大栽培，逐步发展为主产区。道地药材产地时有变迁，其形成有其绝对性和相对性，质量和产量是道地药材的核心，纵观整体中药产区的变化，道地产区的变化基本上是产量变化在起主导作用。要正确处理好产量和质量之间的关系，正确评价道地药材产地的变迁。

1.3 持续利用理论

持续利用理论以陈士林、肖培根为代表。可持续利用是要求在道地药材致力于追求发展过程中，保持人类与自然之间的持久平衡，使发展不破坏生态环境，不损害未来利益，从而使经济社会得到持续协同发展，为国家宏观调控提供科学依据。由于长期以来对合理开发利用中药资源的认识不足，使一些地区对野生药材资源进行了掠夺性开发，造成中药资源急剧下降和枯竭，致使许多种类趋于衰退和灭绝。如冬虫夏草在20世纪80年代中期野生蕴藏量约400 t，但目前冬虫夏草天然资源已濒于灭

绝。随着社会经济发展和绿色浪潮回归，中药材的需求量将持续增加，中药资源可持续利用的战略地位日益凸显。进入新世纪，国家确立了可持续发展战略，并制定了《中药现代化发展纲要》(2002~2010)指出中药资源保护和可持续利用重点任务：①开展中药资源普查，保护中药种质和遗传资源；②建立中药数据库和种质资源库，保存中药材种质资源；③加强中药材野生变家种家养的研究；④加强中药材新品种培育，开展珍稀濒危中药资源的替代品研究，确保中药可持续发展。相关的理论和实践研究也深入开展。陈士林和肖培根主编的《中药资源可持续利用导论》是该时期的重要论著^[13]。重点阐述了中药资源调查、区划布局、引种驯化、栽培生产、合理利用等，提出了可持续利用模式及战略，并首次提出野生抚育的概念^[14]，并在川贝母、人参、茅苍术、益智等十几种道地药材中成功实践^[15]。该理论的提出，极大促进了道地药材的规范化种植栽培技术和野生抚育技术，催生了板蓝根、夏枯草等一大批GAP规范化种植基地及川贝母、秦艽等道地药材野生抚育基地，直接推动了第四次全国中药资源普查的实施。

1.4 生态型理论

1.4.1 理论 生态型理论以陈士林、肖小河为代表。1987年，陈士林课题组提出“生态型是道地药材形成的生物学本质”的科学假说，从生物学角度对道地药材形成的科学内涵进行了论述^[12]。认为我国复杂多样的气候地理生态条件，形成了特有的多道地、多产区现象，即中药材生态型的多样性。单从自然因素分析，中药材生态变异与生态型的分化和形成是物种种内对不同环境生态条件长期适应与自然选择，在形态、生理、生化上表现出差异的结果。该种内变异是中药材品质优劣和疗效差异的实质，认为居群变异与环境适应是道地药材形成的生态学机制。生态宗、生态型、地方宗、地理宗等是道地药材形成的生物学实质。2012年，撰文对中药材生态型进行了气候生态型、地理生态型、群落生态型、化学生态型、品种生态型五类划分^[16]，丰富并完善生态型创新理论。该理论立足于道地生态整体观角度，在解析道地药材的成因，道地产地溯源，道地药材生态产地适应性及道地品质评估等方面具有重大理论意义与实践指导意义。

1.4.2 基于遗传-化学-生态特征的道地药材研究新体

系与实践 在几十年道地药材实践及生态型理论研究的基础上,陈士林课题组总结并创新性提出道地药材研究新体系:集遗传-化学-生态特征于一体的道地药材研究体系(见图2),即应用结合遗传分析技术、化学分析技术和中药材产地生态适应性分析技术(TCMGIS),综合评价道地药材的新体系,为道地药材的现代研究提供新技术和新方法,同时为道地药材基因生态型的深入研究奠定基础。该体系成功应用在肉苁蓉、西洋参、人参、黄芪等大宗道地药材^[17-20],并实现对道地药材及其不同产区的鉴别溯源与道地性评价。

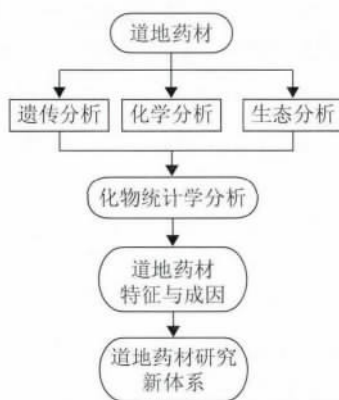


图2 遗传—化学—生态特征相结合的道地药材研究体系

在遗传分析方面, DNA 条形码技术是目前影响较大、应用较广泛的基于序列分析的 DNA 鉴定技术。是指利用基因组中一段公认标准的、相对较短的 DNA 片段作为物种标记而建立的一种新的生物鉴定方法^[21]。与其他分子鉴定方法相比, DNA 条形码鉴定具有鉴定结果可重复、通用性强、可构建统一鉴定平台及易于推广等优势。中药材 DNA 条形码分子鉴定指导原则已获准纳入《中华人民共和国药典》,并建立了中药材 DNA 条形码鉴定数据库和网站,为 DNA 条形码技术应用于道地药材原药材、粉末、颗粒饮片鉴定以及形成中药材鉴定统一的标准提供技术支撑。已成功应用该技术发现了道地药材肉苁蓉新疆与内蒙古 2 个主产地的地理分子标记 psbA-trnH 序列。通过比对分析发现,肉苁蓉 2 个产地间序列位点存在差异,新疆产肉苁蓉在 191 位点为 G,内蒙古产则为 A。NJ tree 分析表明,肉苁蓉两个产地分为两支^[17]。该技术需要建立标准数据库,以便于大范围推广与应用。

在化学分析方面,色谱技术是中药化学成分分

离分析及中药质量评价和控制的核心技术。目前以 HPLC 为代表的高效色谱技术逐渐成为中药鉴定的主要技术,此外还有气相色谱法(GC)和高效毛细管电泳(HPCE)等。基于分子及化学成分特征的中药材肉苁蓉生态型研究,UPLC-QTOF/MS 分析表明,内蒙古与新疆产肉苁蓉明显不同,2'-乙酰毛蕊花糖苷可作为区分两大产地肉苁蓉的指标成分^[17]。自动顶空固相微萃取结合 GC-MS 的分析方法检测用于分析当归挥发性成分,结果显示此方法能鉴别道地产区与其他产区当归^[22]。基于 UPLC-PDA-QTOF-MS 的茯苓三萜成分检测的方法,表明不同产地的茯苓样品三萜成分的种类和含量有很大差别,并提供产地追踪标志化合物^[23]。

在生态特征方面,以中药材产地生态适应性分析技术(TCMGIS)为关键技术,建立了道地药材产地生态特征平台。该分析平台可以厘定道地药材原产地生境特征,对药材产地的生境相似度比较,能快速对中药材产地适宜性进行定量化、空间化、可视化及多元统计分析。基于化学成分及生态特征的中国产西洋参生态型研究表明中国产西洋参可分为人参皂苷 Rb1-Re 山海关外型和 Rg2-Rd 山海关内型两大化学生态型;在气候特征上亦相应存在山海关内与山海关外两种生态型,揭示西洋参的化学生态型的形成及分化与其所在气候地理环境变异相关。对西洋参、人参进行品质特征、生态特征及相关研究,发现温度是影响人参皂苷富集的关键生态因子,适度低温有利于人参皂苷富集^[24]。如对黄花蒿分布区系的气候等生态环境开展研究,并对道地产区气候特征进行分析、预测,结果表明武陵山区为高含量青蒿素的黄花蒿的主要区域,活动积温、湿度、年降水量、日照、与青蒿素含量相关程度高^[25]。此外,对青蒿^[26]、锁阳^[27]、甘草和人参等的生态适宜性及等级区划进行了示范研究。完成了 200 余种中国道地药材的产地适宜性数值区划,出版了《中国药材产地生态适宜性数值区划》^[28]。

2 道地药材研究展望

道地药材是中医防病治病的有效武器,在“回归自然”的国际传统医药热中更是备受青睐,同时道地药材面临前所未有的挑战与机遇。纵观道地药材的演变进程,从古代朴素的“天药人合一”的学术思想到现代生态型创新理论等多个学术流派,从

传统的性状鉴别到现代分子生物学分析,从野生栽培到 GAP 规范化生产,从原始野生到分子育种,都与科技进步和生产实践紧密相连,丰富并发展了道地药材。当前,我国道地药材研究在理论、概念、特征、成因、品质评价、种植栽培与采收加工等方面取得了重大进展,但由于道地药材本身的复杂性和客观性以及研究思路和技术水平的局限,道地药材的研究仍存在不足。如品种混乱、缺乏道地药材质量标准、产地加工不规范等。笔者认为,今后道地药材的成因、品质评价、种植栽培与采收加工等研究领域需融入多学科交叉的新方法和新技术。结合应用生物统计方法与化学分析方法等科学地评价道地药材品质,使道地药材由以文字定性描述为主,过渡到定量研究。将数量统计学的理论和方法与多变量分析手段结合,对道地药材质量进行综合评价,在居群水平上研究遗传与环境的交互作用,揭示道地药材的品质特征和生物学本质。

参考文献

- [1] 陶弘景. 本草经集注 [M]. 北京: 学苑出版社, 2008.
- [2] 李时珍. 本草纲目 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [3] 胡世林. 池群 赵中振. 中国道地药材 [M]. 黑龙江: 黑龙江科学技术出版社, 1989.
- [4] 胡世林. 中国道地药材原色图说 [M]. 山东: 山东科学技术出版社, 2000.
- [5] 胡世林. 中国道地药材论丛 [M]. 北京: 中国古籍出版社, 1997: 136-140.
- [6] 谢宗万. 论道地药材 [J]. 中医杂志, 1990, 10: 43-46.
- [7] 谢宗万. 中药品种理论与应用 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [8] 杨俊杰, 张振凌. 中药材产地加工与道地药材相关性研究 [J]. 时珍国医国药, 2006, 05: 676-677.
- [9] 彭华胜, 王德群. 白术道地药材的形成与变迁 [J]. 中国中药杂志, 2004, 12: 15-17.
- [10] 郭宝林. 道地药材的科学概念及评价方法探讨 [J]. 世界科学技术, 2005, 02: 57-61 + 140-141.
- [11] 何辉余. 道地药材的成因研究 [J]. 中国民族民间医药, 2009, 04: 5-6.
- [12] 孟祥才, 陈士林, 王喜军. 论道地药材及栽培产地变迁 [J]. 中国中药杂志, 2011, 13: 1687-1692.
- [13] 陈士林, 肖培根. 中药资源可持续利用导论 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2006.
- [14] 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 [J]. 中国中药杂志, 2004, 12: 5-8.
- [15] 张重义, 林文雄, 林瑞余. 中国道地药材研究现状与展望 [J]. 亚热带农业研究, 2007, 04: 258-262.
- [16] 黄林芳, 付娟, 陈士林. 中药材生态变异的学术探讨 [J]. 中草药, 2012, 07: 1249-1258.
- [17] 黄林芳, 郑司浩, 陈士林等. 基于化学成分及分子特征中药材肉苁蓉生态型研究 [J]. 中国科学: 生命科学, 2014, 03: 318-328.
- [18] 杨庆珍, 王冬梅, 黄林芳等. 黄芪生态型与品质的相关性研究 [J]. 中草药, 2014, 16: 2395-2399.
- [19] Zheng Sihao, Jiang Xue, Huang Linfang, et al. Chemical and genetic discrimination of Cistanches Herba based on UPLC-QTOF/MS and DNA barcoding [J]. PLOS ONE. 2014, 9 (5): e98061.
- [20] 黄林芳, 索凤梅, 陈士林等. 中国产西洋参品质变异及生态型划分 [J]. 药学学报, 2013, 04: 580-589.
- [21] Hebert PD N, Cywinska A, Ball S L, et al. Biological identifications through DNA barcodes [J]. Proc R Soc Biol Sci Ser B, 2003, 270(1512): 313-21.
- [22] Tan H-S, Hu D-D, Song J-Z et al. Distinguishing Radix Angelica sinensis from different regions by HS-SFME/GC-MS [J]. Food Chem. 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.152>
- [23] Xia Bing, Zhou Yan, Xu Hong Xi et al. Advanced ultra-performance liquid chromatography-photodiode array-quadrupole time-of-flight mass spectrometric methods for simultaneous screening and quantification of triterpenoids in Poria cocos [J]. Food Chem, 2014, 152: 237-244
- [24] 谢彩香, 黄林芳, 陈士林等. 人参皂苷与生态因子的相关性 [J]. 生态学报, 2011, 24: 7551-7563.
- [25] 范振涛, 马小军, 张明庆. 青蒿素产量影响因素的研究进展 [J]. 中草药, 2008, 02: 313-316.
- [26] Huang Linfang, Duan Baozhong, Chen Shilin et al. Mapping the potential distribution of high artemisinin-yielding Artemisia annua L. (Qinghao) in China with a Geographic Information System Chinese Medicine [J] Chinese Medicine, 2010; 5(1): 1-8.
- [27] 黄林芳, 陈士林, 段宝忠等. 沙生药用植物锁阳产地适宜性的定量评价 [J]. 植物学报, 2010, 02: 205-211.
- [28] 陈士林. 中国药材产地生态适宜性数值区划 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.

(收稿日期 2014-12-29)