

• 专 论 •

中药资源化学学科的建立与发展

段金廛^{1*}, 吴启南¹, 宿树兰¹, 周荣汉²

1. 南京中医药大学, 江苏 南京 210046

2. 中国药科大学, 江苏 南京 210029

摘 要: 中药资源化学是中药资源学的分支学科, 是药用生物学、生理生态学、药材生产与加工学、中药化学与分析学、生物工程学、生物效应与功能评价、综合利用与产品开发、信息科学等多学科相互渗透、交叉融合形成的一门新兴学科。从广义上讲, 中药资源化学是一门揭示自然资源中对人类健康及其相关领域具有应用价值或潜在价值的资源性化学成分的性质、分布、积累与消长规律, 并通过适宜技术集成以实现资源的合理生产与科学利用的综合性与应用性特色突出的基础学科。系统阐述了中药资源化学学科概念与性质、内涵与外延、学科建立背景、学科建设与人才培养、研究方向与目标任务等, 为进一步丰富和完善中药资源化学的学科体系建设、人才培养和科学研究等提供理论依据和方法学支撑。

关键词: 中药资源学; 中药资源化学; 学科体系; 中药; 资源性化学成分

中图分类号: R282.23; R284 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)09-1665-07

Establishment and development of discipline for resources chemistry of Chinese materia medica

DUAN Jin-ao¹, WU Qi-nan¹, SU Shu-lan¹, ZHOU Rong-han²

1. Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China

2. China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China

Abstract: Resources chemistry of Chinese materia medica (RCCMM) is a subdiscipline in science of Chinese materia medica resources (SCMMR) and a new discipline which formed inter-pervasion and cross-point of multidisciplines, such as medicinal biology science, physiological ecology, production and processing of medicinal materials, chemistry and analysis of CMM, bioengineering, bioactivity and function evaluation, comprehensive utilization and product development, and bioinformation. In a broad sense, the RCCMM is a comprehensive basic subject to reveal the property, distribution, accumulation, and fluctuation regularities of resources constituents, to bring about the rational production and scientific utilization of SCMMR by integrating favorable technologies. In this article, the authors explained scientifically the concept and property, connotation and extension, background of discipline establishment, discipline development and personnel training, and research area and goal. These data would provide the methods and evidences for further improving the development of RCCMM discipline, personnel training, and scientific research.

Key words: science of Chinese materia medica resources (SCMMR); resources chemistry of Chinese materia medica (RCCMM); discipline system; Chinese materia medica (CMM); resources constituents

随着人口剧增和人们崇尚自然、回归自然理念的
提升, 国内外市场对中药及天然药物资源性产品
的需求量激增, 开发利用资源与节约资源、保护资
源之间的矛盾日益突出。为了实现中药资源的有效

利用与可持续发展, 必然要求人们对赖以生存的资
源性物质的生产与利用等科学问题开展深入系统研
究, 以寻求可持续发展的策略与方法。

中药资源化学作为中药资源学学科体系的重要

收稿日期: 2012-07-18

基金项目: 国家“十一五”、“十二五”科技支撑计划项目(2006BAI09B05, 2010BAI04B 03); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(ysxk-2010); 江苏省高校优秀科技创新团队—中药资源化学研究(2011)

*通讯作者 段金廛, 教授, 博士生导师, 南京中医药大学副校长; 中国自然资源学会天然药物资源专业委员会主任委员; 国家“973”计划首席科学家。Tel: (025)85811116 E-mail: dja@njutcm.edu.cn

网络出版时间: 2012-08-23 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20120823.0914.001.html>

组成部分和分支学科,近年来随着中药和天然药物资源经济的快速发展日益受到重视并取得了长足进步。本文在已有研究的基础上^[1-2],进一步对中药资源化学的学科概念与性质、内涵与外延,以及学科建立背景、学科体系框架、研究技术体系、任务与方向、发展趋势等方面进行了较为系统的阐述。为进一步丰富和发展该学科的理论体系与技术体系,为我国中药及天然药物资源学的人才培养、学科建设和科学研究提供理论依据和方法学支撑。

1 中药资源化学的概念与性质

中药资源化学(resources chemistry of Chinese materia medica, RCCMM)是中药资源学的分支学科^[3],是药用生物学、生理生态学、药材生产与加工学、中药化学与分析学、生物工程学、生物效应与功能评价、综合利用与产品开发、信息科学等多学科相互渗透、交叉融合形成的一门综合性新兴学科。

中药资源化学具有资源学与化学的双重性质与学科基础^[3]。从资源学角度出发,研究资源性化学成分在生物体内的动态积累过程及其与环境诸因素的关系,重视各类型代谢产物生物合成过程中关键酶的特性与表达水平对其积累的影响和动态变化规律;从化学角度出发,研究中药资源中可利用物质的类型、结构、性质、质量、数量、存在与分布以及利用途径等。

围绕中药及天然药物资源领域资源性产品的生产与利用、资源经济产业链的形成与发展等社会需求构建学科体系,进行人才培养和科学研究,以有效提升其经济效益、社会效益与生态效益,为资源的健康可持续发展提供支撑。

2 中药资源化学学科的内涵与外延

中药资源化学学科的内涵是立足于培养兼具资源学与化学等相关学科知识和技能的专门人才;运用多学科技术与方法,围绕药用植物、药用菌物、药用动物、药用矿物等再生和非再生资源生产与利用全过程进行的以资源性化学物质的合理生产与科学利用为主要目的的科研活动。

中药资源化学学科的外延涉及以药用或健康需求为目的的开发利用自然资源的不同资源门类,如海洋生物资源、森林生物资源、菌藻生物资源等。因此,从广义上讲,中药资源化学是一门揭示自然资源中对人类健康及其相关领域具有应用价值或潜在价值的资源性化学成分的性质、分布、积累与消长规律,并通过适宜技术集成以实现资源的合理生

产与科学利用的综合性与应用性特色突出的基础学科^[4-7]。

3 中药资源化学学科的建立

3.1 中药资源化学学科的形成背景

中药资源化学的建立有其社会背景、行业背景和学科背景。

3.1.1 社会背景 随着人口剧增和人们崇尚自然、回归自然理念的提升,国内外市场对中药及天然药物资源性产品的需求量激增,利用资源与节约资源、保护资源之间的矛盾日益突出。为了实现中药资源的有效利用与可持续发展,必然要求人们对赖以生存的有限资源中可利用物质的生产与利用等科学问题开展深入系统研究,以寻求可持续发展的策略与方法。

3.1.2 行业背景 药用生物资源的生产、加工、开发利用及其产业化过程需要更加科学合理,以不断提升产品的品质,提高资源化利用效率,实现物尽其用的目的。中药资源化学为中医药行业提供了有力支撑,行业发展与社会需求为中药资源化学学科进步提供了不竭动力。

3.1.3 学科背景 中药资源化学的形成与发展与中医药事业的发展密切相关,得益于自然资源学学科体系的建立和不断完善,尤其是资源生态学、资源地理学、植物资源学、动物资源学、资源经济学等多学科的有力支撑。同时,天然产物与分析化学等相关学科的发展及其适宜技术的有效利用,资源性产物的代谢规律及其生物与化学转化机制的不断揭示等为中药资源化学学科的形成与发展奠定了坚实的基础。

3.2 中药资源化学的学科建设与人才培养

3.2.1 学科建设 20世纪80年代中国药科大学周荣汉教授率先提出中药资源学的理论和学科体系框架,编撰出版了我国第一部《中药资源学》。20世纪90年代中药资源与开发专业正式纳入国家本科专业体系,通过10余年的人才培养和教学实践,逐步完善了课程体系和教学大纲。由挂靠南京中医药大学的中国自然资源学会中药及天然药物资源专业委员会联合全国中医药院校成立了“中药资源与开发专业教学理事会”,讨论确定了学科课程体系,主要包括:中药资源学、药用植物学、药用植物生理生态学、药用植物栽培学、中药材加工与养护学、中药资源化学、中药分析学、植物化学分类学、中药生物技术、中药商品学、中药资源开发与综合利

用、本草学等,并组织全国38所中医药、农林、师范、综合性院校280余位中药及天然药物资源领域学者编写出版我国第1套中药资源与开发专业本科系列规划教材。

中药资源化学作为中药资源学的分支学科,随着自然资源学科、化学学科等相关学科的快速进步,为资源化学学科的建立与发展提供了有力支撑。当前,人们对源于自然资源的资源性产品需求剧增,资源的稀缺性与资源供给的矛盾日益突出,社会和行业期待从有限的中药资源中获取更为丰富的资源性产品,以形成利用资源与节约资源的良性发展状态。社会和行业的需求为中药资源化学的学科建立和发展提供了源动力。

3.2.2 人才培养 自20世纪90年代中药资源与开发专业正式纳入国家本科专业体系以来,全国已有43所中医药、农林、师范和综合性院校开办相关专业或开设相关课程,逐步形成了特色鲜明的中药资源化学人才培养体系。南京中医药大学、中国药科大学等院校已为社会和行业培养输送了一批以中药及天然药物资源化学为主要研究方向的硕、博士高层次人才。依托南京中医药大学建设的“江苏省中药资源化学科技创新团队”、“中药方药物质基础与资源化学研究优秀集体”,以及湖南、湖北、河南、广西、甘肃等地区致力于以中药和天然药物资源化学为主要研究方向的创新团队和师资队伍形成了一些标志性成果。

中药资源化学作为面向资源生产与利用的一门应用性基础学科,对师资的知识结构要求较高,需要学习自然资源学和中医药学的理论基础,具有较为深厚的天然产物化学与分析化学的知识,掌握能解决资源生产-利用-产业化过程中关键科学问题与实践的能力。

中药资源化学学科人才培养目标:1)理解和掌握本学科的概念、性质、内涵与外延,以加强对该学科理论体系的认识;2)明确和把握本学科的研究任务与目的,以确立学习的目标和志向;3)系统学习和掌握本学科的生物学与资源学、化学与分析学基础知识,拓展相关领域的知识和视野;4)强化资源学科外业调查研究的学习和实践,掌握药用生物学、生理生态学、中药材生产与加工的知识 and 技能;5)强化多途径多层次开发利用资源所需技术和方法的学习与实践,以服务于资源有效利用和资源经济产业链延伸的全过程。

4 中药资源化学的研究方向与目标任务

中药资源化学学科的主要研究方向:1)基于药用生物的生长发育过程研究资源生物体化学成分的种类与分布、合成途径、积累动态与生理生态的关系及其调控机制;2)基于药材生产与加工过程研究资源性成分的生物转化、化学转化及其变化规律;3)基于资源开发与综合利用角度研究药用资源中各类物质的可利用价值及其资源化过程;4)基于资源产业化过程研究促进资源性化学成分利用效率的有效提升。

通过以下目标任务的实现,以推动和促进中药资源的合理生产与科学利用。

4.1 阐明药用资源生物体中资源性化学成分的动态积累与分布规律

植物类中药资源中次生代谢产物是植物在生长发育和对环境适应的过程中代谢产生的结构多样、种类丰富的小分子物质,研究这些小分子化学成分在资源生物体内的合成积累及其与生态环境诸因子的关系,揭示其生理生态调控机制,对于药材及其资源性原料适宜采收期的确定十分重要。

4.1.1 植物次生代谢与资源性成分动态积累与调控 植物次生代谢与环境的关系、次生代谢产物积累的消长规律等是一复杂的科学问题,国内外学者在该领域进行着系统的探索研究,形成了植物次生代谢理论。研究表明,药用生物资源体内次生代谢产物的合成与积累需要外界环境的诱导,体现在细胞、分子水平上。植物细胞内控制次生代谢产物生物合成过程中相关酶合成的基因,只有在特定的环境刺激诱导下才能表达^[8-9]。在环境胁迫条件下,植株生长变慢,次生代谢产物数量增加;而在良好环境条件下,植株生长快,次生代谢产物累积量少。当受到昆虫、病原菌攻击或生境严重胁迫时,植株生长和次生代谢都受到遏制,植物体内信号分子明显增加^[8]。

在中医药的形成发展过程中,早已认识到环境因素与药材品质的形成密切相关,即药材的地道性特点。因此,学习和运用植物次生代谢理论对探究药用生物中资源性成分的合成、转化、积累、消长与环境诱导的关联规律具有重要价值。

4.1.2 资源性代谢产物动态积累与药材适宜采收期

植物从发芽、展叶、开花、结实到根系的膨大和地上部分的凋萎等均是生物适应季节性环境周期变化而形成的生长发育节律,其实质是植物生长发育与环境

条件的关系表征。物候的变化反映了植物生命现象对外部环境变化的响应,体现了植物体内初生和次生代谢产物对环境变化的适应,展现出生物资源与化学物质间的时空关系与特点^[10]。因此,处于不同物候期的资源生物其药用部位的生长发育与化学物质的积累是动态的、有节律的。从药用生物的生长发育过程,探究资源性代谢产物动态积累规律与生态诸因子的关系,以客观评价和确定药材适宜采收期。

药材适宜采收期确立的基本原则是质量最优和产量最大化。药材品质优劣的核心评价指标是能够客观表征临床功效的药用化学物质组成和含量。然而,药用物质的形成与积累过程直接受到生态环境、气候条件和人为活动等复合因素的影响。通过研究同一资源生物种类在不同物候期特征性多指标代谢产物的动态积累和消长变化规律,并结合其药用部位生物产量,建立客观表征植物生长发育与环境条件的物候关系,以及影响药材品质形成与药用部位生物产量相关联的多指标综合评价模式,建立科学合理地确定药材适宜采收期的方法学^[10]。

4.2 揭示药用资源生物体中资源性化学成分的生物转化与化学转化

中药资源化学强调资源性成分在药用生物体内的动态积累过程与环境诸因素的关系,其实质是源自自然的资源性化学成分的积累分布与其生物合成途径以及酶系统调控密切相关,而酶系统的调控及其相关基因表达又受到环境诸因子的影响。采收药用部位并经产地加工形成药材的过程,既是去除非药用部位的净制环节,又是依据药用需求分门别类地、采用适宜方法技术进行干燥等产地加工处理的重要环节,其过程中发生着一系列复杂的生物转化与化学成分间的相互转化等变化过程。

4.2.1 药材生产与加工过程中资源性成分的生物转化及其变化规律 在药材生产与加工过程中资源生物体内的化学成分在酶系统的作用下发生着一系列具有一定规律性的消长变化^[11-12]。丹参 *Salvia miltiorrhiza* Bunge 的根及根茎经采挖和切割离开土壤和母体后其体内的一系列酶系被激活,尤其是在干燥加工“发汗”过程中根中的酪氨酸、苯丙氨酸等氨基酸类成分在相关酶作用下转化形成丹酚酸类(salvianolic acids)成分使其积累显著增加。地黄 *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Fisch. et Mey. 新鲜块根中所含梓醇(catalpol)在 β -葡萄糖苷酶的作用下发生酶解,使其分子结构中具有的烯

醚和缩醛活性基团被打开,失去糖基并进行重排,或继续与亲核性化学成分反应生成稳定的呈色物质^[13]。玄参 *Scrophularia ningpoensis* Hemsl. 根在产地干燥加工的“发汗”环节中促使其含有的哈巴俄苷(harpagoside)结构中的肉桂酰基水解,产生哈巴苷(harpagide)和肉桂酸^[14]。黄芩药材加工过程中采用的“杀酶保苷”措施,其目的是通过加工使生物组织中的酶系失活而抑制资源性成分被酶转化而影响其品质。

4.2.2 药材生产与加工过程中资源性成分的化学转化及其变化规律 在药材生产与加工过程中,资源性化学成分在一定温度、湿度等条件作用下发生着一系列具有一定规律性的化学反应和消长变化,即为药材生产与加工过程中资源性成分的化学转化。丹参药材中的丹酚酸类成分具热不稳定性,在加热干燥过程中随着温度的逐渐升高其量不断下降。动态分析结果表明,以丹酚酸B为代表的缩合酚酸的量不断下降,而以丹参素、原儿茶醛为代表的小分子物质的量则不断上升,并有新的小分子生成,其内在机制是加热导致了丹酚酸B的酯基水解和苯并呋喃开环降解^[15]。人参经洗净,自然阴干、晒干或烘干制成“生晒参”,再经蒸制制成“红参”,红参加工过程中皂苷类成分发生较大变化:丙二酸单酯人参皂苷酯键水解产生相应的人参皂苷,脱羧产生相应的糖乙酰化人参皂苷。在加工过程中达玛烷型人参皂苷主要发生C-20位糖苷键水解和异构化,齐墩果酸型皂苷发生酯苷键和醚苷键的水解^[16]。当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 根在甘肃岷县产地加工过程中,通过以豆秸等为燃料进行熏制,不仅有利于干燥,还使其挥发油组分及其相对量向有利于功效的方向转化,苯酞类、有机酸类活性成分的量明显提高,表明传统产地加工方法的科学性与合理性^[17]。

因此,揭示药材生产与加工过程中资源性化学物质的消长规律对建立科学合理的药材加工技术规范、保障药材品质、提高资源利用效率等均有重要意义。

4.3 揭示药用生物资源中各类化学物质的可利用价值及其资源的有效利用

资源的利用价值在于其可利用物质的多用性与多宜性特点。因此,发现和拓展其利用途径及其多层次利用价值是实现中药资源有效利用的重要任务。迄今为至,药用生物资源的生产和利用方式仍在沿袭千百年来的经验,或是仅利用了资源生物的根、茎、叶、花、果实、种子等某一组织器官,或

是仅限于药用的单一用途,导致中药资源利用效率低下,尚未形成有效的资源经济产业链。

4.3.1 多途径、多层次开发与拓展,促进资源利用效率的有效提升 以中医药学、民族医药学与资源学理论为指导,以中药资源化学研究为手段,以药用资源生物体传统药用部位和非药用部位的资源化系统利用为目的,集成多元适宜技术,进行多途径的拓展与开发:药用和功能性健康产品、精细化工产品、化妆品、香料、色素、生物农药、畜禽兽药产品等;进行多层次的利用价值发现与资源化研究:以药材及饮片为原料的初级利用,以提取物/萃取部位/化学组分/化学成分为原料的梯级利用等。

银杏 *Ginkgo biloba* L. 的分布中心在中国,以江苏、山东及其周边地区的资源集聚度和药用资源产量最高。经过数10年的多途径、多层次开发利用研究,基本形成以银杏叶为(主要)原料的药品系列、功能性产品系列、保健饮品系列等不同利用途径的资源产品群和中药饮片-标准提取物系列-黄酮/内酯化学组分系列-银杏内酯系列成分/聚戊烯醇成分等多层次梯级深度利用的资源产品群;以银杏种子(种仁)为原料的白果药用及食用系列产品群和以银杏外种皮为原料的生物农药、多糖活性部位等产品群,构成了较为系统的银杏资源经济产业链^[18-20]。丹参药材的水提醇沉物中含有丰富的水苏糖(stachyose),是重要的制药原料,具有促进肠道功能等作用,又可作为制药、食品工业中的优良赋形剂和填充剂原料^[21];根及地上部分含有的迷迭香酸(rosmarinic acid)等有机酸类成分尚可作为抗氧化、保护血管、延缓衰老等功能性产品开发利用^[22]。

近年来,我国当归种植面积达2万余公顷,每年在收获其药用部位根及根茎的同时,产生的地上茎叶废弃物达4.8万吨。研究表明,当归地上部分中含有丰富的酚酸类化学组分,具有抗凝血、抑制大肠杆菌、枯草杆菌、抑制马铃薯腐烂线虫等活性。通过资源化利用可将其开发形成防治牛乳房炎、鸡鸭等菌痢的畜禽兽药和用于植保的生物农药等产品^[23-24]。对大枣 *Ziziphus jujube* Mill. 及酸枣 *Z. jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chow 叶的资源化学研究表明,其叶中均富含抑制肿瘤细胞增殖作用的三萜类成分^[25]。从菊 *Chrysanthemum morifolium* Ramat. 收获花序的废弃茎叶中获得具有抗病毒、抗菌、抗肿瘤利用价值的黄酮类及倍半萜类资源性化学成分^[26-27]。

4.3.2 珍稀濒危药用生物资源的替代性研究,保障中药资源的持续发展和供给 资源的有限性和稀缺性决定了人类在利用资源过程中需要不断寻找替代资源以进行补偿,既可保障资源的有效供给,又可保护珍稀濒危资源的持续发展。近些年来,运用中药资源化学与植物化学分类学的思路 and 手段,通过对近缘药用生物类群资源性化学成分直接或潜在利用价值的发现,获得替代和补偿性资源。探索构建形成资源-化学-品质-功效-替代性-产品创制等研究技术体系和创新研究模式^[28]。

千层塔 [蛇足石杉 *Huperzia serrata* (Thunb.) Trev.] 作为抗痴呆药物石杉碱甲(huperzin A)的原料资源,正面临资源短缺的严峻现状。通过对近缘植物类群石杉属植物的系统分析评价,从中发现石杉碱甲量高的资源植物 *Huperzia lockyeri* (D. Jones & B. Gray) Holub、杉叶石杉 *H. squarrosa* (G. Forst.) Trev. 等可作为替代和补偿性资源^[29]。在阐明不同花色牻牛儿苗、水牛角解热镇静等活性物质的基础上,证实其替代犀角、广角、羚羊角的资源可利用价值^[30-31]。

4.4 通过工艺优化与技术集成促进资源性成分的转化与转移,提升资源利用效率

资源是人类社会发展的基础,资源利用效率不高是导致当今社会面临资源日益短缺,生态环境加剧恶化的基本因素之一,已经成为影响和危及到人类生活、生存条件和社会可持续发展的主要因素。随着科学技术的进步,有效提高资源的利用效率已成为当前资源学科领域高效利用资源-维持生态平衡-促进循环经济发展的必然趋势。资源产业化过程中通过适宜技术集成和工艺条件优化,促进原料中资源性物质的有效转移和得率提高;通过对药用生物资源各类物质利用价值的不断研究,以逐步实现有限资源的多元化、精细化利用,已成为减少资源消耗推进低碳经济发展模式,降低原料成本提升产品竞争力,实现资源节约型和环境友好型行业、领域和社会的重大课题^[32]。因此,通过工程技术集成及技术革新,提升资源性成分的转化与转移率为目的的中药资源化学研究方向越来越受到重视。

近年来,超临界流体萃取技术、高压萃取技术、超声辅助提取技术、微波辅助提取技术、酶工程技术、膜分离技术、超微粉碎技术、复合多元溶剂萃取技术等现代高效的提取分离、富集方法和技术的应用^[33],为资源性成分利用效率提高提供了有效手

段;通过对中药复杂化学组(成)分的有效拆分和大量生物模型的建立,以及高通量、高内涵活性筛选技术体系的应用,药用生物资源各类物质的利用价值不断被发现,以逐步推进中药和天然药物资源性化学成分的多元化和精细化利用。

沙棘 *Hippophae rhamnoides* L. 鲜果榨汁后的废渣中含有较为丰富的天然抗氧化剂原花青素,通过提取工艺优化与大孔吸附树脂类型筛选,确定最佳生产工艺条件,显著提高了产物得率及其产品纯度(>85%)^[34]。甘草根中含有丰富的三萜皂苷类、黄酮类、香豆素类、多糖类及挥发性物质等资源性成分,各类化学成分利用价值各不相同。通过水提/蒸馏-醇提液合并-大孔树脂吸附富集/梯度洗脱/分级纯化等多元技术集成和工艺优化,使得各类物质有效拆分,各得其用^[35]。

5 结语

20世纪中后叶,国内外学者对人类赖以生存的有限资源中可利用物质的生产与利用等科学问题展开了深入系统的研究,从而形成了以资源合理、高效、洁净利用为主要研究方向的新学科——资源化学^[31],并先后应用于石油资源、植物资源、海洋资源等科学利用研究,分别形成了石油资源化学、植物资源化学、海洋资源化学等新学科或新研究领域^[32,34]。中药及天然药物资源化学相对于其他领域而言起步稍晚,但作为资源体系中的部门资源,在人类健康、食品、化工等领域中发挥着重要作用,而最终发挥作用的是其资源性化学物质。

中药资源是国家战略性资源。中药资源化学作为中药资源学的分支学科,其研究内容贯穿于中药资源生产与利用全过程,是中药资源学学科体系中的重要组成部分。以期集成现代科学体系中资源学、生物学、化学与分析学、工程技术、信息技术等理论与方法,服务于中药资源的合理生产与科学利用,为我国中药资源经济产业链的延伸、资源利用效率的提升、资源性产品的品质提高等领域的健康可持续发展起到引导和推动作用。因此,该学科的建立与发展对于中医药事业的发展尤为重要。

参考文献

- [1] 段金廛,宿树兰,钱大玮,等. 中药资源化学研究思路方法与进展 [J]. 中国天然药物, 2009, 7(5): 333-340.
- [2] 段金廛,周荣汉,宿树兰,等. 我国中药资源科学发展现状 & 展望 [J]. 自然资源学报, 2009, 24(3): 378-396.
- [3] 周荣汉. 中药资源学 [M]. 上海: 上海科学技术出版

社, 1993.

- [4] 田伟生,史 勇. 资源化学研究进展 [J]. 化学进展, 2010, 22(4): 537-556.
- [5] 孙玉善. 海洋资源化学中的某些新概念 [J]. 海洋通报, 1990, 9(1): 75-83.
- [6] 陈嘉翔. 国外“植物资源化学”研究动向 [J]. 中国造纸, 1993(4): 60.
- [7] 周仲怀. 海洋资源化学研究与发展 [J]. 海洋科学, 1995(4): 71-73.
- [8] 徐茂军. 药用植物细胞次生代谢产物合成信号转导机制研究进展 [J]. 细胞生物学杂志, 2009, 31(5): 651-657.
- [9] 阎秀峰,王 洋,李一蒙. 植物次生代谢及其与环境的关系 [J]. 生态学报, 2007, 27(6): 2554-2562.
- [10] 段金廛,严 辉,宿树兰,等. 药材适宜采收期综合评价模式的建立与实践 [J]. 中草药, 2010, 41(11): 1755-1760.
- [11] 段金廛,宿树兰,吕洁丽,等. 药材产地加工传统经验与现代科学认识 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(24): 3151-3157.
- [12] 段金廛,宿树兰,严 辉,等. 药材初加工“杀青”环节与药材品质形成的探讨 [J]. 中药材, 2011, 24(1): 1-6.
- [13] 沈 雁,王立娜,张春枝,等. 丹参酮转化酶的制备及其在丹参酮转化中的应用 [J]. 大连轻工业学院学报, 2007, 26(1): 21-23.
- [14] 王建华,谢丽华,刘烘宇,等. 玄参不同加工品中哈巴俄苷与肉桂酸的 HPLC 含量测定 [J]. 中国药学杂志, 2000, 35(6): 375-378.
- [15] 郭永学. 丹酚酸B的降解机理及纯化工艺研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [16] 肖盛元,罗国安. 红参加工过程中人参皂苷化学反应 HPLC/MS/MS 研究 [J]. 中草药, 2005, 36(1): 40-43.
- [17] Lv J L, Zhao J, Duan J A, et al. Quality evaluation of *Angelica sinensis* by simultaneous determination of ten compounds using LC-PDA [J]. *Chromatographia*, 2009, 70(3/4): 455-465.
- [18] 李俊义,成 丽. 银杏叶资源开发与应用研究概括 [J]. 华西药学杂志, 1994, 9(1): 39-40.
- [19] 唐于平,楼凤昌,王 欢,等. 银杏外种皮的化学成分和药理作用 [J]. 药学进展, 2000, 24(3): 152-155.
- [20] 余碧钰,刘向农,祝数德,等. 银杏外种皮综合利用的研究 [J]. 江苏农业研究, 1999, 2(4): 1-6.
- [21] 郑云枫,程建明,丁 宁,等. 一种从丹参水提醇沉物中制备水苏糖的方法 [P]. 中国专利: 201110122779, 2011-11-02.
- [22] 周 丹,刘艾林,杜冠华. 迷迭香酸的药理学研究进展 [J]. 中国新药杂志, 2011, 20(7): 594-598.
- [23] Yang N Y, Zhou G S. Two new α -pinene derivatives from

- Angelica sinensis* and their anticoagulative activities [J]. *Fitoterapia*, 2011, 82(4): 692-695.
- [24] 杨念云, 江曙, 段金廛, 等. 一种具有抗菌活性的当归地上部分有效部位及其制备方法和其应用 [P]. 中国专利: 201010586427, 2011-05-18.
- [25] Guo S, Duan J A, Tang Y P, *et al.* Simultaneous qualitative and quantitative analysis of triterpenicacids, saponins and flavonoids in the leaves of two *Ziziphus* species by HPLC-PDA MS/ELSD [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2011, 56(2): 264-270.
- [26] 钱大玮, 朱玲英, 段金廛, 等. 不同生长期菊茎叶中黄酮类成分的动态变化 [J]. 中草药, 2009, 40(8): 1317-1319.
- [27] Zhang J, Ding A W, Li Y B, *et al.* Two new flavonoid glycosides from *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Chin Chem Lett*, 2006, 17(8): 1051-1053.
- [28] 周荣汉, 段金廛. 植物化学分类学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [29] Goodger J Q D, Whincup A L, Field A R, *et al.* Variation in huperzine A and B in Australian *Huperzia* species [J]. *Biochem Sys Ecol*, 2008, 36(8): 612-618.
- [30] 王斐, 段金廛, 钱大玮, 等. 犀角及羚羊角替代资源的寻找与评价研究 (I) [J]. 南京中医药大学学报, 2005, 21(3): 163-165.
- [31] 王斐, 段金廛, 钱大玮, 等. 犀角及羚羊角替代资源的寻找与评价研究 (II) [J]. 南京中医药大学学报, 2007, 23(1): 36-39.
- [32] 段金廛, 周荣汉. 天然药物资源的有效利用与可持续发展 [J]. 自然资源学报, 1998(增刊): 98.
- [33] 刘明言, 王帮臣. 用于中药提取的新技术进展 [J]. 中草药, 2010, 41(2): 169-175.
- [34] 方鲁彦, 余红, 徐宇, 等. 沙棘果废渣中原花青素粗提物的纯化工艺 [J]. 华西药学杂志, 2008, 23(1): 123-124.
- [35] 杨琳, 车庆明, 毕诚, 等. 甘草废渣中黄酮成分的研究 [J]. 中草药, 2007, 38(5): 671-673.

《中草药》杂志最新佳绩

《中草药》杂志 2011 年荣获**第二届中国出版政府奖**, 中国出版政府奖是国家新闻出版行业的最高奖, 第二届中国出版政府奖首次设立期刊奖, 《中草药》等 10 种科技期刊获此殊荣。2011 年 3 月 18 日于北京举行了盛大的颁奖典礼。

《中国科技期刊引证报告》2011 年 12 月 2 日发布: 《中草药》杂志 2010 年总被引频次 6 178, 名列我国科技期刊第 14 名, 中医学与中药类期刊**第 1 名**; **影响因子 0.904**, 基金论文比 0.680, 权威因子 2 269.200; 综合评价总分 76.6, 位列中医学与中药学类期刊第 1 名。连续 7 年 (2005—2011 年) 荣获“百种中国杰出学术期刊”, 再次荣获“中国精品科技期刊” (2008 年首次设立, 每 3 年一届), 荣获天津市第十届优秀期刊评选特别奖。

中国知网 (CNKI) 《中国学术期刊影响因子年报》2011 年 12 月 22 日发布: 《中草药》杂志总被引频次 16 359, 影响因子 1.453, 位列中医学与中药学期刊第 1 名, 基金论文比 0.74, WEB 下载量 39.1 万次。

注册商标“中草药”2011 年被评为天津市著名商标。