

· 专论 ·

肉苁蓉全产业链发展新模式的创建与应用[△]屠鹏飞^{1*}, 姜勇¹, 郭玉海², 田永祯³, 李晓波⁴

1. 北京大学药学院/天然药物及仿生药物国家重点实验室, 北京 100191;

2. 中国农业大学中药材研究中心, 北京 100193;

3. 内蒙古阿拉善盟林业治沙研究所, 内蒙古 阿拉善 750306;

4. 上海交通大学药学院, 上海 200240

[摘要] 肉苁蓉为沙漠濒危寄生植物和著名的补益中药。2000年, 首届肉苁蓉学术研讨会召开, 会上成立了全国肉苁蓉研究协作组, 有组织的肉苁蓉研究与产业化推广工作就此开展。在各级政府的大力推动和业界的不断努力下, 肉苁蓉从昔日的濒危中药, 发展到如今的种植面积达200万亩(1亩≈666.67 m²)、年产量达7000 t的中药材品种; 科研人员研发了一批创新药物和健康产品, 相关产业的年产值也从不到20亿元发展到200多亿元, 创建了濒危中药全产业链创新发展新模式。对30年来肉苁蓉栽培技术研究推广、药效物质及其作用机制研究、质量控制与标准建立、新产品开发与产业发展等方面的研究进展进行综述, 指出当前肉苁蓉产业发展存在的关键问题和解决路径, 并对产业的发展前景进行展望, 为实现肉苁蓉产业高效、优质发展提供参考, 也为濒危中药全产业链发展提供借鉴。

[关键词] 肉苁蓉; 濒危中药; 产业发展; 全产业链

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2021)03-0395-06

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200506002

Establishment and Application of A New Development Model of Whole Industrial Chain of Cistanches HerbaTU Peng-fei^{1*}, JIANG Yong¹, GUO Yu-hai², TIAN Yong-zhen³, LI Xiao-bo⁴

1. State Key Laboratory of Natural and Biomimetic Drugs, School of Pharmaceutical Sciences, Peking University, Beijing 100191, China;

2. Research Center of Traditional Material Medica, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

3. Forest and Desert Control Research Institute of Alashan League, Alashan 750306, China;

4. School of Pharmacy, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

[Abstract] Cistanches Herba(CH) is a desert endangered parasitic plant and one of the most famous tonic traditional Chinese medicines(TCM). After the first academic symposium on CH and the foundation of the National Cistanche Research Cooperation Group in 2000, the organized research and industrialization promotion of CH have been carried out. With the vigorous promotion of governments at all levels and the continuous efforts of the industry, CH has developed from an endangered plant in the past to a variety of TCM with a planting area of 2 million mu and an annual output of over 7000 t. A number of innovative drugs and health products have been developed, and the annual output value of the relevant industries has grown from less than 2 billion CNY to more than 20 billion CNY. In the present paper, we systematically introduced the brilliant achievements made in the research and promotion of cultivation technology, research on active components and their mechanism, quality control and standard establishment, new product development and industrial development of CH in the past 20 years. Moreover, the key problems existing in the current industrial development and their corresponding solution were pointed out, and the prospects for the industry development of CH were predicted, which will provide not only the guidance for efficient and high-quality development of CH industry, but also the useful reference for the development of the whole industrial chain of endangered Chinese medicine.

[Keywords] Cistanches Herba; endangered Chinese medicine; industrial development; whole industrial chain

[△] [基金项目] 国家重点研发计划项目(2017YFC1702400); 国家科技惠民计划项目(2012GS650101)

* [通信作者] 屠鹏飞, 教授, 博士生导师, 研究方向: 天然活性成分及其生物学研究、中药质量分析; Tel: (010)82802750, E-mail: pengfeitu@bjmu.edu.cn

肉苁蓉为著名的补益中药,在《神农本草经》中被列为上品,在唐代开元年间(713—741年)的《道藏》中被列入“中华九大仙草”。肉苁蓉具有补肾阳、滋肾阴、益精血、润肠通便之功效,传统用于肾阳不足、精血亏虚、阳痿不孕、腰膝酸软、筋骨无力、肠燥便秘^[1],在历代补肾阳处方中使用频率最高。现代研究表明,肉苁蓉具有改善性功能、抗衰老、提高学习记忆能力、抗阿尔茨海默病和帕金森病、调节免疫功能、抗疲劳、通便、保肝等多方面的药理作用,为名贵中药材之一,被誉为“沙漠人参”^[2]。

肉苁蓉属植物为根寄生植物,其寄主为沙漠先锋植物梭梭、柽柳属植物等。由于长期乱采滥挖,其野生资源已濒临枯竭,荒漠肉苁蓉已被列入《野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录Ⅱ^[2]。由于资源紧缺,长期以来肉苁蓉产业停滞不前。20世纪90年代开始,尤其是2000年召开首届肉苁蓉学术研讨会并成立全国肉苁蓉研究协作组以来,在各级政府的大力推动下,科研人员通过不断的努力,系统阐明了肉苁蓉的寄生机制,突破了寄生植物人工种植的关键技术,建立了肉苁蓉高产稳产栽培技术体系,并在我国西北沙漠地区大规模推广,彻底解决了肉苁蓉药用资源匮乏问题,保护了野生资源;阐明了肉苁蓉传统功效的药效物质基础及其作用机制,发现了新的药效作用和临床价值;建立并完善了质量标准体系,保障药材质量和临床疗效;以肉苁蓉为主要原料开发了一批创新药物和健康产品,构建了濒危中药全产业链创新发展体系,使肉苁蓉国际影响力不断扩大,产业已初具规模,为将肉苁蓉打造成为中药材大品种奠定了良好的基础。

1 建立肉苁蓉高产稳产栽培技术并大规模推广

1.1 乱采滥挖导致野生资源濒临枯竭

肉苁蓉属植物为根寄生植物,由于其寄生特性,自然繁殖能力很弱。作为中药,肉苁蓉一般在未出土或刚出土时采挖。20世纪80年代以来,随着我国改革开放的推进,人民健康事业和中药产业得到快速发展,作为常用补肾中药的肉苁蓉,其市场需求量快速增长,价格不断攀升(1990年市场价格为150~200元/kg)。由于市场需求和利益驱动,每年3月下旬—4月下旬,大批农牧民涌入内蒙古西部、甘肃、新疆的沙漠地区采挖肉苁蓉。20世纪90年代

初,屠鹏飞等^[3]对内蒙古阿拉善盟和新疆的肉苁蓉资源进行了系统调查,发现很难看到开花的肉苁蓉,如果没有开花、结果的机会,这个物种很快就会灭亡。同时,采挖人在挖完肉苁蓉后,基本上不回填采挖坑,导致地面上到处都是采挖的深坑,沙土飞扬。野生资源的乱采滥挖不仅导致肉苁蓉资源濒临枯竭,多数药店和医院药房已无饮片供应,同时也造成沙漠环境和生态的严重破坏。为此,中华人民共和国国务院于2000年专门发文《关于禁止采集和销售发菜制止滥挖甘草和麻黄草有关问题的通知》(国发〔2000〕13号)制止滥挖甘草、麻黄草、肉苁蓉等5种中药材,并提出了一系列保护措施。

1.2 建立高产稳产栽培技术体系

1985年,阿拉善盟医药公司的戈建新开始在梭梭的根部接种荒漠肉苁蓉,开启了肉苁蓉人工种植的历史。由于对肉苁蓉属植物的寄生机制不了解,早年的接种都是先找到寄主的根,将肉苁蓉的种子撒在寄主的根上,或将寄主的根皮扒开,将肉苁蓉的种子撒在里面。这些方法不仅接种效率很低,而且接种率也很低,无法进行大面积推广。

1990年,屠鹏飞开始进行肉苁蓉的资源、生物学基础研究尤其是寄生生物学的研究,发现肉苁蓉的种子能够诱导寄主根向其方向生长,寄主根部的信号物质诱导肉苁蓉种子萌发,在此基础上建立了肉苁蓉种子撒播模式。

为了建立肉苁蓉及其寄主植物的高产稳产栽培技术,屠鹏飞邀请中国农业大学郭玉海教授、阿拉善盟林业治沙研究所原所长田永祯高级工程师、上海交通大学李晓波教授及和田天力沙生药物开发责任有限公司等团队,组成肉苁蓉研究协作组(以下简称“协作组”),对荒漠肉苁蓉、管花肉苁蓉及其寄主梭梭和柽柳属植物的生物学基础、栽培技术、采收加工等进行了系统研究^[2]。研究表明,肉苁蓉种子萌发需要低温层积,氟啶酮能够诱导肉苁蓉种子萌发^[4]。协作组首次建立了使种子在离开寄主根的条件下进行萌发的方法,从而建立了种子萌发率测定和质量分级标准;建立了肉苁蓉优质种子生产技术规范及梭梭种子和苗木、柽柳苗木分级标准,从源头上保障接种率;研制了丸粒化种子,解决了定量和机械化接种难题;建立了可视化接种技术,为根寄生植物接种技术研究提供简便有效方法;培育了“肉苁蓉-寄主”一体苗,实现寄生植物精准生

产;建立了完善的田间管理方案和测土配方精准施肥技术,有效提升产量和质量;建立了管花肉苁蓉“当年秋种,次年秋收”生产模式,既防止冻害,又提升生产效率;建立了鲜切片干燥、高温杀酶后干燥、冷冻干燥等加工技术,使有效成分含量提高3~10倍;制定了2种肉苁蓉规范化栽培技术体系,其中管花肉苁蓉示范基地通过了原国家食品药品监督管理总局的《中药材生产质量管理规范》(GAP)认证;阐明了2种肉苁蓉的适宜种植区、生长年限和最佳采收期;分别建立了高产稳产型和沙漠治理型肉苁蓉及其寄主的人工种植技术,使肉苁蓉栽培从“仿野生”栽培发展成为“种子处理-接种寄生期-肉质茎生长期-现蕾开花期-裂果成熟期”全程管理的大田栽培,建立了分别适用于内蒙古、新疆产区的肉苁蓉优质高产栽培技术体系^[5-8]。一系列关键技术的突破,使肉苁蓉的田间接种率从不到20%提升到95%以上,亩(1亩 $\approx$ 666.67 m²)产从不到18 kg提升到300 kg以上,实现了肉苁蓉人工种植高产稳产的目标。

1.3 大规模推广高产稳产栽培技术

20世纪90年代,在西部沙区推广肉苁蓉栽培技术是非常困难的。为了提高地方政府和农牧民对肉苁蓉生态产业发展的认识,协作组在肉苁蓉的主产区组织召开“肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会”。从2000年至今,已连续在内蒙古阿拉善、新疆和田、内蒙古磴口等主产区召开了10届学术研讨会,不仅有效提升了地方政府和农牧民对肉苁蓉产业发展的认识,也提升了全社会对肉苁蓉的药用价值和保健功能、生态效益和社会效益的认识。“肉苁蓉暨沙生药用植物学术研讨会”已发展成为国际肉苁蓉业界和沙产业界的品牌会议,不仅弘扬了中医药文化,而且让全球了解了中国荒漠化治理和履行《华盛顿条约》的创新思路和辉煌成果。

为了大规模推广肉苁蓉的栽培技术,在国家科技惠民计划等项目的支持下,协作组编写了《肉苁蓉栽培技术丛书》和相关材料,免费发放给产区技术人员和农牧民;免费举办多种形式培训班,提高管理和技术人员、农牧民的种植水平,至今,已培养管理和技术人员200余人,培训农牧民6000余人;在新疆于田县建立怪柳苗木基地1220亩,年产苗木1061万株;建立管花肉苁蓉种子基地2300亩,年产种子6000 kg,免费为农牧民发放管花肉苁蓉优

质种子近9 t;建立管花肉苁蓉高产稳产示范基地5000亩,亩产鲜药材达到300 kg以上,并通过GAP认证、安利纽崔莱和有机食品认证;在内蒙古阿拉善盟建立荒漠肉苁蓉示范基地1.8万亩。

在各级政府的大力支持下,在肉苁蓉业界全体同仁的长期努力下,截至2019年,协作组已在新疆和田地区沙漠推广种植怪柳和管花肉苁蓉40多万亩,结合沙漠治理,仿野生种植怪柳接种管花肉苁蓉10多万亩,年产药材5000 t;在新疆且末、于田、阿拉苏、吐鲁番等地种植梭梭25万亩,接种荒漠肉苁蓉11万亩,年产药材500 t;结合荒漠化治理,在内蒙古阿拉善盟和磴口县、甘肃民勤县等地推广种植梭梭550多万亩,接种荒漠肉苁蓉150万亩,年产药材1500 t。

迄今,累计种植梭梭和怪柳625万亩,接种肉苁蓉200万亩,年产药材7000 t,完全满足了当前市场需求,不仅保障了苁蓉总苷胶囊、汇仁肾宝、劲酒等200多种中成药和健康产品的原料供给,而且为肉苁蓉大健康产业的发展和品种培育奠定了原料基础;有效保护了野生资源,成为履行CITES的典范;治理沙漠625万亩,为肉苁蓉主产区和华北地区构筑了一道牢固的生态屏障,为国家节约治沙资金120多亿元,创造了中国特色可持续治理沙漠新方法;带动沙区20余万人致富,创造了荒漠化地区精准扶贫新模式,在维护边疆民族地区社会稳定和长治久安中发挥了重要作用。

2 阐明功效物质,挖掘临床价值

2.1 阐明肉苁蓉功效物质及其作用机制

肉苁蓉的传统功效为补肾阳、滋肾阴、益精血、润肠通便。自20世纪80年代,养命酒株式会社(日本)、屠鹏飞课题组和吉川雅之课题组等对中国产肉苁蓉属植物进行了系统的化学成分研究,发现肉苁蓉属植物主要含有苯乙醇苷类、环烯醚萜及其苷类、木脂素苷类、寡糖和寡糖酯类、多糖类、甘露醇和甜菜碱等成分^[9]。其中,苯乙醇苷类成分为肉苁蓉属植物的主要成分,如松果菊苷在管花肉苁蓉部分样品中的质量分数高达40%,毛蕊花糖苷质量分数高达10%^[10]。

肉苁蓉补肾阳、滋肾阴和益精血的主要药效物质为苯乙醇苷类和多糖类成分,其作用机制主要为抗疲劳、改善身体机能,从而调节下丘脑-垂体-肾上

腺功能及相关激素的水平^[11]。肉苁蓉的补肾作用不同于其他补肾药或壮阳药,其主要通过提高身体机能发挥作用,这也验证了李时珍^[12]在《本草纲目》中提出的“此物补而不峻,故有从容之号”的论述。

肉苁蓉通便作用的主要药效物质为寡糖类、甘露醇和甜菜碱,其机制主要为提高肠内渗透压、抑制大肠对水分的吸收、促进肠蠕动^[13]。因此,肉苁蓉属于容积型通便药,不会引起泻下,特别适用于老年性便秘、体虚者和孕妇便秘,是一味很有特点的通便药。

2.2 挖掘肉苁蓉新的生物活性和临床价值

近20年来,国内外学者对肉苁蓉提取物及其主要有效成分进行了多方面的生物活性和药理作用研究,发现肉苁蓉苯乙醇苷类成分具有抗衰老、提高学习记忆能力、抗阿尔茨海默病和帕金森病、抗抑郁、保肝、抗心肌缺血和脑缺血、促进骨质生长和抗骨质疏松等作用,其作用机制主要是抗氧化、抗炎、舒张血管平滑肌等^[9]。深入发掘肉苁蓉的临床价值和保健功能,能够为其深入开发和大品种培育提供科学依据。

3 构建完善的质量标准体系,保障临床用药

屠鹏飞团队构建了肉苁蓉药材和饮片完善的质量标准,包括性状、鉴别、检查、指纹图谱和多成分含量测定,对全国不同产地的荒漠肉苁蓉和管花肉苁蓉野生药材和栽培药材进行了长期、系统和全面的跟踪分析,为肉苁蓉适宜产区的选择提供参考,也为肉苁蓉栽培技术研究和大面积推广提供质量控制技术;起草和修订了《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)2005、2010年版中肉苁蓉质量标准;根据本草考证和历史应用、化学成分、药效作用 and 安全性比较研究,将管花肉苁蓉作为肉苁蓉来源植物收入《中国药典》2005年版中,增加了肉苁蓉的优质资源,为新疆南疆地区发展肉苁蓉产业奠定了基础。

屠鹏飞团队采用多维色谱-质谱联用技术、定量核磁共振技术,建立了肉苁蓉全成分分析方法,对荒漠肉苁蓉和管花肉苁蓉进行了全成分分析,结果表明,荒漠肉苁蓉寡糖类、甘露醇和甜菜碱含量较高;管花肉苁蓉苯乙醇苷类成分含量较高,寡糖类成分含量相对较低,且不含甜菜碱^[9]。结合其药效学研究结果发现,荒漠肉苁蓉在润肠通便方面作用

较强,管花肉苁蓉在补肾、益精、抗衰老、抗阿尔茨海默病和帕金森病、保肝等方面效果更好,2种肉苁蓉各有特点,为临床精准使用提供参考。

屠鹏飞团队通过本草考证、生物学和化学成分比较分析,制定了“阿拉善肉苁蓉”道地药材质量标准。通过国家中药材检测认证技术专业委员会论证,“阿拉善肉苁蓉”成为第一个通过国家论证的肉苁蓉道地药材,为阿拉善肉苁蓉特色产业发展奠定品牌基础。

4 开发系列产品,培育中药材大品种

肉苁蓉的栽培技术已经成熟,资源问题彻底解决,下游产品的开发和产业化已成为产业可持续发展的关键。国内外科技界和相关企业充分认识到这一点,投入了大量的人力和财力进行肉苁蓉相关产品的研发,目前已取得了一定的成绩。屠鹏飞团队在发现肉苁蓉苯乙醇苷类具有抗阿尔茨海默病和帕金森病的基础上,成功地将管花肉苁蓉的苯乙醇总苷研制成为治疗血管性痴呆的有效部位新药“苁蓉总苷胶囊”,2005年获批上市,目前由江苏康缘药业股份有限公司生产;将管花肉苁蓉的有效成分“松果菊苷”研制成为治疗血管性痴呆的一类新药“松果菊苷片”,2017年获得临床批件,目前已完成I期临床试验;将荒漠肉苁蓉通便的有效部位“肉苁蓉总糖醇”研制成为治疗便秘的有效部位新药,2020年获得临床批件,也已完成I期临床试验。江西汇仁药业股份有限公司以肉苁蓉为主要药味之一,开发了“肾宝片”系列产品;湖北劲牌公司以肉苁蓉为药味之一,开发了“劲酒”;内蒙古阿拉善苁蓉集团以肉苁蓉为主要药味研发了“七味苁蓉酒”“苁蓉养生液”等药品;安利(中国)研发了“银杏苁蓉片”;新疆帝辰医药生物技术有限公司与新疆民族药研究所合作研发了“康咖片”;日本荣进商社也研发了多个肉苁蓉相关的健康产品。还有一大批肉苁蓉相关产品正在申报和研发中。2017年,以内蒙古曼德拉沙产业开发有限公司为牵头单位、北京大学姜勇教授为项目负责人,成功获得国家重点研发计划中医药现代化项目的支持,计划研发一大批肉苁蓉健康产品,项目的完成将为肉苁蓉大健康产业的发展提供强劲的动力。

5 产业初具规模,发展潜力巨大

2000年以前,由于肉苁蓉资源枯竭,产品开发

和产业化一直处于低谷,100 多个以肉苁蓉为处方药味的中成药也基本处于停产或半停产状态。随着肉苁蓉栽培技术的成熟和大规模推广的成功,特别是肉苁蓉的药用价值和保健功能逐渐被认识,从召开首届肉苁蓉学术研讨会以来,我国出现了一大批专业从事肉苁蓉栽培和产业发展的企业;同时,一批以肉苁蓉为处方药味的产品也开始涌现。据不完全统计,目前肉苁蓉药材的年销售额约为 4.5 亿元,饮片年销售额约为 6.5 亿元,相关中成药年销售额约为 55 亿元,相关健康产品年销售额约为 140 亿元。因此,目前肉苁蓉产业的总体规模约为 206 亿元,产业已初具规模。

随着我国社会人口老龄化和“健康中国 2030”规划纲要的实施,在补肾、抗衰老、抗阿尔茨海默病和帕金森病、保肝、润肠通便等方面具有确切作用和特色的肉苁蓉必将迎来辉煌的发展前景。为此,2017 年在第九届肉苁蓉学术研讨会上,协作组明确提出在 10 年内将肉苁蓉打造成为年产值超过 500 亿元的中药材大品种。

6 产业发展存在的问题及其对策

6.1 产业发展面临的关键问题

肉苁蓉产业发展前景光明,但面临的困难仍然很多,主要问题有以下几点:1)各级政府对肉苁蓉产业发展的生态、经济和社会价值认识不够,对产业发展支持力度不够;2)当前专业从事肉苁蓉开发和产业发展的企业规模较小,技术、资本和管理较缺乏,尚不具备做强、做大肉苁蓉产业的能力;3)肉苁蓉基础研究尚需进一步深入,尤其是肉苁蓉所含丰富化学成分的药理作用和保健功能尚需进一步挖掘;4)肉苁蓉相关产品开发仍然非常缺乏,科技含量多数较低,难以支撑肉苁蓉大产业的发展;5)宣传和市场开拓非常薄弱,尤其是国际市场的开拓。

6.2 产业发展应采取的对策

为了实现肉苁蓉产业的发展目标,肉苁蓉产区的各级政府和业界必须齐心协力,重点做好 4 件大事。

6.2.1 各级政府加大对肉苁蓉产业发展的扶持力度 肉苁蓉产业是一个少有的同时兼具生态、社会和经济三大效益的产业,其发展不仅为人民健康事业和中医药产业发展做出巨大贡献,更重要的是可以为沙漠治理和生态保护、边疆民族地区的稳定和

长治久安做出巨大贡献。因此,各级政府应将肉苁蓉产业的发展提升到生态安全和社会安定的战略高度,从资金、政策、人才等各方面给予肉苁蓉产业发展更大的支持。为此,强烈呼吁:1)应尽快将管花肉苁蓉列入药食同源中药材目录,满足人民健康事业和产业发展需求,尤其是促进南疆地区生态、经济和社会发展;2)将肉苁蓉及其寄主植物的种植列入荒漠化治理重点项目,按照荒漠化治理的相关政策给予资金的配套和支持;3)在科技项目、信贷、税收、人才项目等方面,向肉苁蓉研究和产业发展倾斜。

6.2.2 深入开展基础研究,为产业发展提供强劲动力 深入开展肉苁蓉基础研究,尤其针对肉苁蓉所含丰富的化学成分,深入开展药理作用和保健功能研究,在传统功效基础上,进一步深入挖掘其药用价值和保健功能,为高附加值产品开发和各类成分综合利用提供科学依据。“十四五”期间,计划开发 100 个肉苁蓉单味药或复方的药品、保健食品;开发 5~10 种肉苁蓉饮片和不同提取物;对已上市的肉苁蓉相关中成药进行再研究和二次开发,发挥已有中成药在肉苁蓉产业发展中的作用;利用荒漠肉苁蓉已列入既是食品又是中药材的物质试点工作(国卫食品函〔2019〕311 号)的大好机遇,以荒漠肉苁蓉为主要原料开发 20~30 个单味或复方食品。从食品、保健产品、药品全方位构建肉苁蓉健康产品体系,为打造肉苁蓉中药材大品种提供强劲动力。

6.2.3 吸引大型企业,建设肉苁蓉产业发展大平台 通过产品开发、技术合作等多种形式的引导,吸引 10~20 家大型企业进入肉苁蓉产业领域;同时,积极支持已有的专业从事肉苁蓉产业化的企业发展,培育 3~5 家以肉苁蓉开发为主业的上市公司。通过 10 年发展,培育 20 家肉苁蓉相关产品年销售超过 10 亿元的大型企业。在肉苁蓉主产地新疆和田地区、内蒙古阿拉善盟等地建立肉苁蓉研究院和专业化市场,培育 2~3 个以肉苁蓉为支柱产业的特色地区。

6.2.4 加大宣传,大力发展国内市场,着力开拓国际市场 进一步加强肉苁蓉具有的生态效益、药用价值和社会效益以及相关产品的宣传力度,在全国普及肉苁蓉相关知识,为市场开拓提供舆论支持。通过多种形式,大力发展国内市场。加强与国际知名院校、科研单位的合作,共同开展肉苁蓉研究和产品开发,为国际市场开拓提供科技保障;加强与

国际知名企业合作,共同开拓国际市场;加强提取物出口和适合国际市场的产品研发,为国际市场提供丰富的产品;在进一步加强美国、日本、东南亚国家等已有市场开拓的基础上,抓住“一带一路”的发展机遇,着力开拓中东、欧洲等市场。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:141.
- [2] 屠鹏飞,姜勇,郭玉海,等. 发展肉苁蓉生态产业 推进西部荒漠地区生态文明[J]. 中国现代中药,2015,17(4):297-301.
- [3] 屠鹏飞,何燕萍,楼之岑. 肉苁蓉类药源调查与资源保护[J]. 中草药,1994,25(4):205-208.
- [4] 乔学义,王华磊,郭玉海. 一种刺激肉苁蓉种子萌发和吸器发育的方法[J]. 植物学通报,2007,24(4):521-525.
- [5] 陈庆亮,武志博,郭玉海,等. 荒漠肉苁蓉及其寄主梭梭栽培技术[J]. 中国现代中药,2015,17(4):359-368.
- [6] 屠鹏飞,陈庆亮,姜勇,等. 管花肉苁蓉及其寄主柽柳栽培技术[J]. 中国现代中药,2015,17(4):349-358.
- [7] 屠鹏飞,郭玉海,等著. 荒漠肉苁蓉及其寄主梭梭栽培技术[M]. 北京:科学出版社,2015:53-115.
- [8] 屠鹏飞,郭玉海. 管花肉苁蓉及其寄主柽柳栽培技术[M]. 北京:科学出版社,2015:53-114.
- [9] SONG Y L, ZWNG K W, JIANG Y, et al. Cistanches Herba, from an endangered species to a big brand of Chinese medicine [J/OL]. Med Res Rev, 2021, doi: 10.1002/med. 21768.
- [10] 蔡鸿,鲍忠,姜勇,等. 鲜管花肉苁蓉加工工艺[J]. 中国中药杂志,2007,32(13):1289-1291.
- [11] 王启新,陈则华,罗璇捷,等. 肉苁蓉不同提取部位改善肾阳虚大鼠性能的影响[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(22):95-101.
- [12] 李时珍. 本草纲目[M]. 刘衡如,刘山永,校注. 北京:华夏出版社,2013:508.
- [13] 高云佳,姜勇,戴昉,等. 肉苁蓉润肠通便的药效物质研究[J]. 中国现代中药,2015,17(4):307-310.

通信作者

屠鹏飞,本刊副主编,北京大学药学院天然药物学系教授、博士生导师,北京大学创新药物研究院副院长,北京大学中医药现代研究中心主任。第十一届国家药典委员会中药材饮片专业委员会主任委员,国家药品监督管理局药品审评委员,中国野生植物保护协会肉苁蓉保育委员会主任委员。浙江大学、中国药科大学等10多所大学和科研院所的客座教授。国家杰出青年基金获得者,享受政府特殊津贴。



作为北京大学生药学国家重点学科带头人,长期从事中药资源、药效物质与新药创制、中药质量控制等研究和推广,彻底解决濒危中药资源问题;建立的33种中药材和中成药标准收入《中华人民共和国药典》或国家药品标准。在肉苁蓉生态产业发展、中药创新药物研发和质控水平提升等方面做出了突出贡献。主持和承担了国家和省部级项目70余项。成功研制二类新药2项,获得新药证书4个,在研一类、五类新药10多项。研究成果以第一完成人获得国家科技进步奖二等奖1项,省部级一、二等奖7项。发表论文700多篇,其中SCI收录300多篇,著作10部,申请和授权专利30多项。连续入选2014—2017年度中国高被引学者榜单,并获得2015年度“九三楷模”、2016年度“全国脱贫攻坚奖创新奖”和“最美生态公益人物”、2017年度“全国创新争先奖”、2017年度“吴阶平医药创新奖”等荣誉。

(收稿日期:2020-05-06 编辑:田苗)