DOI 10.15302/J-SSCAE-2025.11.027

我国药用植物种质资源发展现状与提升举措

刘璇[1,2]，张小波[1,2]，孙嘉惠[1,2]，黄璐琦[3*]

（1. 中国中医科学院中药资源中心，北京 100700；2. 道地药材品质保障与资源持续利用全国重点实验室，北京 100700；3. 中国中医科学院，北京 100700）

摘要：药用植物种质资源是承载药用原料遗传信息的核心载体，推动药用植物可持续利用与高质量发展事关中医药传承创新、生物多样性保护、国家公共卫生安全。本文在梳理国际药用植物种质资源发展趋势的基础上，总结了我国药用植物种质资源的发展现状，即种质资源收集保存初见成效、种质资源人工栽培与种质创新稳步推进、种质资源规范化管理趋于严格；进一步辨识出我国药用植物种质资源发展面临的问题，表现在种质资源保存体系尚未实现全覆盖、良种繁育和种质创新进程相对缓慢、种质资源管理及评价机制尚不完善。为此建议，多措并举筑牢种质资源保护屏障，如设立国家中药材种质资源库、建设特色药用植物引种试种隔离圃、加强中药材野生资源保护、保护珍稀濒危药用植物、注重道地药材产地保护并培育专业队伍；创新驱动以赋能种质资源高效利用，如建立品种特异性／一致性／稳定性测试中心、应用现代育种技术加速良种繁育、发挥道地药材的品牌效应、规范开展生产质量管理规范建设和关键栽培技术应用；健全机制以规范种质资源管理体系，如制定中药材种子管理办法、中药材种质资源目录、种子出口分类管理目录，完善多方机构共管协调机制并加强中药材市场监管。

关键词：药用植物；种质资源；合理保护；现代育种技术；规范管理

中图分类号：R282.7　　**文献标识码：**A

Current Status and Enhancement Measures for the Development of Medicinal Plant Germplasm Resources in China

Liu Xuan[1,2], Zhang Xiaobo[1,2], Sun Jiahui[1,2], Huang Luqi[3*]

(1. National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;
2. State Key Laboratory for Quality Ensurance and Sustainable Use of Dao-di Herbs, Beijing 100700, China;
3. China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: Medicinal plant germplasm resources are the core carriers of the genetic information for medicinal raw materials. Promoting the sustainable utilization and high-quality development of medicinal plants is vital to the inheritance and innovation of traditional Chinese medicine, biodiversity conservation, and national public health security. Based on a review of international trends in medicinal plant germplasm resources, this study summarizes the current development status of medicinal plant germplasm resources in China. Specifically, initial progress has been made in the collection and conservation of germplasm resources, artificial cultivation and germplasm innovation are advancing steadily, and standardized management of germplasm resources is becoming

收稿日期：2025-11-25；**修回日期：**2026-04-15

通讯作者：*黄璐琦，中国中医科学院研究员，中国工程院院士，研究方向为中药资源与分子生药学；E-mail: huangluqi01@126.com

资助项目：中国工程院咨询项目“种质资源安全战略研究”(2023-JB-02)；国家自然科学基金项目(82274052)

本刊网址：sscae.engineering.org.cn

increasingly rigorous. The study further identifies the challenges facing the development of medicinal plant germplasm resources in China, which are manifested in the lack of full coverage of the germplasm conservation system, relatively slow progress in the breeding of improved varieties and germplasm innovation, and incomplete mechanisms for germplasm resource management and evaluation. To address these issues, it is recommended that multiple measures be taken to strengthen the protection of germplasm resources, such as establishing a national germplasm resource bank for Chinese medicinal materials, building isolation nurseries for the introduction and trial cultivation of distinctive medicinal plants, strengthening the protection of wild resources of Chinese medicinal materials, protecting rare and endangered medicinal plants, emphasizing the protection of the production areas of authentic medicinal materials, and cultivating professional teams. In addition, innovation-driven approaches should be adopted to empower the efficient utilization of germplasm resources, such as establishing testing centers for variety distinctness, uniformity, and stability; applying modern breeding technologies to accelerate the breeding of improved varieties; leveraging the brand effect of authentic medicinal materials; and standardizing the development of good manufacturing practices and the application of key cultivation technologies. Finally, mechanisms should be improved to standardize the germplasm resource management system, such as formulating management measures for seeds of Chinese medicinal materials, a catalog of germplasm resources for Chinese medicinal materials, and a classified management catalog for seed exports; improving the multi-party co-management and coordination mechanism; and strengthening market supervision of Chinese medicinal materials.

Keywords: medicinal plants; germplasm resources; reasonable protection; modern breeding techniques; standardized management

一、前言

药用植物种质资源是承载药用原料遗传信息的核心载体，对药材的药效成分、抗逆性能、育种潜力具有至关重要的作用[1]，也事关中医药传承创新、生物多样性保护、国家公共卫生安全。在中医药事业全球化发展、居民健康需求进一步扩大的背景下，药用植物种质资源的研究价值凸显。需要加强中药材种质资源保护和利用，推进中药材种质资源创新，发展中药材现代种业，提升中药材产业发展水平[2]。

我国地域辽阔，从热带到寒温带、从沿海到内陆，不同的气候和地理环境孕育了丰富多样的药用植物种质资源。第四次全国中药资源普查结果表明，我国有药用植物15 321种，其中特有种3151种、需要保护物种464种[3-4]。这些资源不仅为传统医学理论的现代解析提供了实证基础，而且为合成生物学、基因组学等前沿领域提供了关键材料。例如，针对黄芪[5]、党参[6]、苍术[7]、桔梗[8]等传统药用植物，系统论述了核心种质构建、遗传多样性鉴定、种植栽培与育种，展现出药用植物种质资源在分子生物学、植物学、农学研究领域的突破性进展。

值得注意的是，我国药用植物相对于其他农作物发展起步较晚，面临资源保护压力加剧、技术体系不完善、成果转化滞后等发展瓶颈，亟需在种质资源的合理保护、高效利用、规范管理等方面制定系统性、针对性、实用性的方法举措，以推动药用植物可持续利用与高质量发展。本文基于现场调研、专家访谈、文献分析等方式，梳理我国药用植物种质资源的发展现状，凝练研判当前存在的问题并提出举措建议，为从源头上保障居民健康用药提供理论参考。

二、国际药用植物种质资源发展趋势

（一）全球范围内的重视程度逐步提高

药用植物作为兼有生态价值、健康价值、经济价值的重要资源，在世界各国的使用率持续提升，广泛应用于各类制药体系、草本补充剂以及阿育吠陀、中医、西方草药疗法等传统医疗体系。全球范围内约有1/4的处方药是草药，而世界卫生组织认定的433种基本药物中约有11%来自植物[9]。《世界卫生组织传统医学战略2014—2023》发布后，成员国在传统医学政策法规、技术研究、药物监管、医师监管、医疗服务提供等方面取得新进展。世界卫生组织发布了针对179个成员国的传统医学调查数据：2012—2018年，制定传统医学法律规章的成员国从79个增加至109个，制定国家层面发展政策的成员国从79个增加至98个，建立国家级研究委员会的成员国从69个增加至93个，建立传统药物监管制度的成员国从116个增加至124个，建立草药注册制度的成员国从109个增加至125个[10]。

各国对于药用植物的推广应用，有效促进了传统医学领域的交流互鉴。“一带一路”沿线国家拥有药用植物资源超过2万种，含珍稀濒危药用植物1400多种[11]；尼泊尔种植的7000种植物中，约有1000种用于开发药物制剂[12]。我国与“一带一路”沿线国家合作关系紧密，为对外开展中药贸易、丰

富药用植物资源种类打下了良好基础。此外，日本将乌拉尔甘草、当归、柴胡等作为汉方药用于临床使用，韩国将人参广泛用于食品、保健品、药品和化妆品[13]。《2026—2032全球及中国植物药行业研究及“十五五”规划分析报告》认为，2025年全球植物药市场规模为382.3亿美元，预计2032年为509.5亿美元。

（二）跨国联合研究机构开展种质资源保护

依托国际农业研究磋商组织等机构，各国在遵守惠益分享原则的基础上共享药用植物种质资源数据和实物样本[14]。我国和印度尼西亚签署“共建中印尼药用植物保护研究创新基地的谅解备忘录”，深化药用植物研究、保护和技术创新合作[15]。我国和老挝共建普查队，针对老挝药用植物进行资源调查、市场调查、民间医生走访、传统知识收集、物种鉴定等，支持老挝颁布了《老挝人民民主共和国草药典》[16]。

各国组建联合科研机构，开展药用物种的遗传多样性研究、人工繁育技术开发，提升保护的科学性和有效性。国际野生物贸易研究组织开始实施“通过可持续贸易推动喜马拉雅药用植物保护”项目，联合中国、尼泊尔、印度、不丹等国家的自然资源管理部门、保护机构、传统医药产业界，共同保护喜马拉雅地区药用植物资源，以维持该区域的生物多样性结构。印度组织国内多方机构开展药用植物的保护和种植工作[17]。

（三）种质资源保护基本实现依法管理

国际组织发布或编制了《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）、《生物多样性公约》《国际植物保护公约》《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（IUCN），明确了包括药用植物种质资源在内的濒危物种保护范围、管理主体、权责划分，防止资源滥用。近年来，被收录的药用植物种类数量逐步增加，如野生桃儿七、肉苁蓉、西洋参等具有高药用价值的植物均列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》保护范围[18-19]，以规范国际药用野生动植物贸易交易，驱动各国重视相应资源安全。国内广泛使用的进口药材如檀香、乳香、没药等，也被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录II[20]。北非、西亚等地区针对乳香、没药等树脂资源，倾向于在技术规程中明确“限龄采胶、限制每季刀口数、间歇休养、保留母株”等操作细则，以降低虫害与衰败风险并维持种群更新[21-22]。这种依法管理的趋势，既体现对生物多样性保护的重视，又通过制度保障来规范药用植物资源开发秩序、维护各国传统医药文化权益，为全球药用植物资源的可持续利用筑牢制度基础。

三、我国药用植物种质资源发展现状

（一）种质资源收集保存初见成效

药用植物资源保护主要分为就地保护、迁地保护两类，相互补充且不可偏废[23]。就地保护是在药用植物原生的自然生态环境中，以建立保护区域等方式维护种群与栖息地，确保资源自然繁衍的保护模式。这是药用植物资源保护的基础和首选方式，能够最大程度地保留药用植物的自然遗传多样性和生态关联[24-25]。国内的自然保护区广泛分布在长白山、防城港、大兴安岭、大盘山、峨眉山、神农架等地区[26]，覆盖大量药用植物野生分布区，对龙胆、知母、柴胡、防风、芡实等形成就地保护，有效保障了药用植物的原始栖息地。迁地保护是将野生药用植物个体或种群从原生自然环境迁移到人工可控的场所（如植物园、种质圃等）进行栽培、保存、监测的保护模式。这是药用植物资源保护的重要补充手段[27]。国内建立的药用植物园超过70个，包括各级政府部门建设的10个、高校或企业自建的31个、其他机构联合建设的35个。此外，依托高校和科研院所建立了种质资源库，形成由长期库、中期库、短期库、种质圃、离体库、脱氧核糖核酸库组成的多重种质资源保存体系。根据第四次全国中药资源普查，我国建成3个种质资源库、31个药用植物种质资源圃、28个种子种苗繁育基地，共保存种质资源超过15万份。

珍稀濒危药用植物功能价值高、市场需求大，长期以来被过度采挖而致野生资源几近枯竭。根据第四次全国中药资源普查、《中国生物多样性红色名录——高等植物卷》，我国珍稀濒危药用植物有1207种，其中列入《国家重点保护野生植物名录》的濒危药用植物有150~180种，被《中国生物多样性红色名录》评估为受威胁的药用植物有600~800种。结合使用5%物种最丰富算法、

Dobson互补算法、珍稀濒危等级百分法运算，在全国范围内确定了114个珍稀濒危药用植物分布关键热点县[28]，算得珍稀濒危药用植物保护的整体覆盖率为90.4%。在珍稀濒危药用植物保护方面，现实情况出现了明显的层级差异。人参作为国家一级保护植物，甘草、黄连、杜仲、黄皮树、黄檗、铁皮石斛作为国家二级保护植物，均纳入保护体系且措施相对良好；重楼、天麻、新疆阿魏、白木香、雪莲花、八角莲虽然也是国家二级保护植物，但保护工作仍待完善。此外，部分珍稀物种处于保护空白状态，如霍山石斛、羽叶三七、桃儿七、海南大风子尚未列入国家重点保护名录，云南金花茶、金铁锁虽列入国家重点保护名录却缺乏具体的保护措施，相应的管理空缺亟待填补。

整体上，我国对珍稀濒危药用植物的保护有效，后续需针对完全保护空白区的地区，优先建立保护机制、加强人工野生抚育，以维持稳定的生长发育环境。

（二）种质资源人工栽培与种质创新稳步推进

种质创新是生物多样性遗传进化的基础，药用植物的采收方式从野外采挖逐步转变为人工驯化与仿生栽培[29]。根据“全国中药材生产统计报告”，20世纪50年代人工种植的中药材仅有60余种，目前有450种药用植物实现人工种植，种植面积达6.667×10^6 hm^2。

人工驯化药用植物既可避免野生资源因过度采挖而枯竭，又能通过标准化栽培控制生长环境、提升产量、优化抗逆性，使药材有效成分含量更均匀、品质更稳定[30]。针对铁皮石斛，以“保护–驯化–规范化生产”为主线，发展设施仿生栽培、生态栽培等模式，显著提高规模化和标准化供给能力，有效缓解野生资源供应压力[31]。人工驯化的金银花与野生型相比，具有植株形态更直立、花叶比更高、枝顶聚集花成簇更明显、开花频率更高、芽更长等良好特征[32]。

种质资源是种业的源头，破解种源瓶颈、开展品种改良创新最核心的材料载体。相较农作物育种，药用植物品种选育多采用传统方法，技术水平整体落后30年。近年来，我国育成中药材优良新品种152个，以常用大宗、药食两用、保健等类型为主。种质资源的优劣直接影响药材质量，源自优良种质资源的药用植物长势好、抗逆强、有效成分高，如“陇芪3号”中黄芪多糖、叶绿素b等有效物质含量均高于“陇芪1号/2号/4号”[33]。鉴于珍稀濒危中药材资源短缺，主要以抗逆性为选育目标，培育的优良品种较少；如人工选育的三七新品种种子，生长的种苗、块根表现出对根腐病具有较高的抗性[34]。

在品种登记方面，目前有16个省份制定了农作物品种认定办法或种子条例等政策文件，支持开展药用植物品种登记或认定工作。2012—2023年，全国育种单位共选育石斛、地黄、艾等142种中药材的757个品种[28]。品种特异性/一致性/稳定性（DUS）测试是植物新品种审定的关键基础，仅针对当前常用中药材中的29个种（属）制定了DUS测试指南，尚未建立专门的药用植物DUS测试机构[35]。授权品种可为产业提供优质种源，助力标准化种植和示范推广。从农业农村部、国家林业和草原局联合公布的药用植物新品种保护授予权名单看，近五年药用植物授权数量稳步增长，表明企业、科研院所、种植主体的知识产权意识正在提升，中药材质量和种源安全得到更多关注。

在良种利用方面，针对药用植物中特有的活性成分（如生物碱、黄酮、皂苷），采用组织培养、细胞悬浮培养、生物转化等技术，规模化生产了高附加值的次生代谢物（应用于新药研发、保健品、化妆品等），有效扩大了药用植物种源的全产业链产品开发价值。

（三）种质资源规范化管理趋于严格

我国制定了以《中华人民共和国中医药法》（2017年）为代表的一系列法律规章，为中医药事业健康发展提供了基本依据。修订后的《中华人民共和国种子法》（2021年）规范了中药材种质资源的管理、选育、生产经营等活动[36]。《中华人民共和国植物新品种保护条例》（2025年）提出，从品种质量源头实施管控，激励育种创新并提升产业核心竞争力。针对野生药材资源保护、繁育、合理利用制定的《野生药材资源保护管理条例》（1987年），为守护野生药材资源的生物多样性、珍稀濒危药用种源的开发与利用确立了依据。《中药品种保护条例》（1993年）规定了分级保护和市场准入管控范围，为中药品种质量提升、企业权益保障、产业创

新提供了直接支撑。《中药材保护和发展规划（2015—2020年）》《中药材生产质量管理规范》（2022年）、《中药资源评估技术指导原则》（2017年）、《中药新药用药材质量控制研究技术指导原则（试行）》（2020年）等明确要求，处理好药材合理利用与资源保护关系，严格规范濒危野生动植物药材的使用，从源头遏制过度开发。

依托上述政策文件构建的“种质资源保护–育种创新支持–品种质量管控–产业规范发展”全链条制度保障体系，通过严格合理保护、执法监管强化、创新权益保障等举措，既有效遏制野生药用植物资源的掠夺式开发、守护种质遗传多样性与生态平衡，又鼓励优质药用植物品种选育与人工繁育技术的深化研究，从根本上解决药材种源退化、育种进程缓慢等行业性难题，进而推动中医药产业发展转型，保持生态保护、资源可持续利用、中医药传承创新发展的有机统一。

四、我国药用植物种质资源发展面临的问题

（一）种质资源保存体系尚未实现全覆盖

我国中药材种质资源规范化保存体系仍在完善过程中。现有的种质资源库覆盖面不足，尚有超过80%的野生种类未能有效收集和保存。各地建立的中药材种质资源库和保存圃虽有进展，但在收集保存种类的完整性和系统性方仍待加强；国家级中药材种质资源保护库尚未建立，种质资源信息不能及时共享和整合[37]；国家药用植物资源信息平台（北京）、中药材种质资源数据库（海南）、国家中药种质资源库信息化平台（四川）的评价利用仅处于起步阶段。在各地依托科研院所建立的种质资源库和保存圃，监管人员的工作重心是教学和科研，导致种质资源野外采集、精准鉴定、长期保存等实操技能培养不足，专门从事种质资源保存研究和管理应用的队伍匮乏。

外来药用植物物种的保存不当可能引发入侵风险。药用植物具有特殊的生理特性，如繁殖能力强且抗逆性高[38]，在逃逸后可能比普通外来物种更具入侵优势，将快速挤占本土植物的生存空间。药用植物可能携带原产地的病原菌或害虫，在危害本土植物的同时，将侵染其他药用植物而致种植基地的病害传播[39]。尚未针对外来药用植物实施规范管理并建立专项种质资源隔离圃，外来药用植物因逃逸扩散诱发生物入侵、破坏本土种质资源多样性与生态平衡的潜在风险不容忽视。

（二）良种繁育和种质创新进程相对缓慢

中药材种子多为药农自采自用，导致种子稳定性和均一性欠佳、质量参差不齐，若储存不当将影响播种效果和药效作用[40-41]，长期重复使用还引发品种退化、抗性下降等问题。种子销售不够规范，道地药材种子认定缺乏统一标准，直接影响药材药效与临床安全。药用植物新品种繁育技术相对滞后，育成优良品种数量少，示范推广和市场竞争力不强，低水平重复育种多、原始创新品种少的困境制约种业发展水平[42]。药用种质资源的基因挖掘与功能研究深度不够，先进科研成果与临床应用的接轨及推广渠道空缺，“研–育–繁–推–管”一体化的产业体系亟待建立。

中药材DUS测试指南覆盖范围狭窄，多数中药材种子、种苗的品种真实性、纯度鉴定等缺乏科学依据和统一的测试指标及方法，指南研制与推广工作亟待推进。药用植物新品种保护的申请和授权数量较少，种源混乱、道地性与药效不稳定现象时有发生，育种研发投入与创新成果的市场收益难以保障。在中药材的生产质量管理规范（GAP）建设方面，种植“小散弱”格局明显，规模化基地占比不高，现代种植技术普及不足，生产数据记录与质量追溯脱节，优质GAP药材的价格与质量不匹配，制约中药材质量稳定、道地性传承、产业高效升级。

（三）种质资源管理及评价机制尚不完善

中药材种子虽纳入《中华人民共和国种子法》管理范畴，但具体的管理办法和实施细则尚未颁布。中药材相较于作物和林草，种子体量小而种类多，现有规范未能反映细分产业特性。尽管现有种业管理框架已覆盖中药材种子生产的基础环节，但针对药用成分、道地性、抗逆性等特殊性的管理细则尚未明确，现行标准与监管要求难以完全适配中药材种子的独特属性；中药材种子质量检验机构数量少，种子质量的保障水平不高[27]。中药材的生产经营活动归属多方机构共同管理，而不同部门的执行标准存在差异、协同监管存在不足，导致药用植物种质资源共享流程繁、效率低，不利于全国资源

统筹配置[43]。

种质资源安全监管体系不够完善，种子经营多依附于中药材经营或自繁自用，从业者对种子质量规范提升的意识薄弱，无证经营和种子质量劣化导致播种用量、田间管理成本增加。监管机制与产权保护缺失扩大安全风险，种质资源的采集和交易缺乏统一标准，部分珍稀濒危中药材野生种群因过度采挖、无序利用濒临枯竭[44]。人工繁育种质资源的选种、育苗、推广等环节缺乏统一监管标准，存在品种混杂、优良性状退化等问题，导致中药材产量不稳、药效成分波动，制约中药材规范化生产水平。种质资源评价机制有待完善，品种选育评价体系不统一，各地对中药材种质资源的评价多聚焦外观农艺性状，而以药用为目的的优良品种选育和繁育生产能力不足。

五、我国药用植物种质资源发展提升的重点举措

（一）多措并举筑牢种质资源保护屏障

建议择机设立国家中药材种质资源库，更好保障药用种子有效供给。将国家中药材种质资源库作为我国药用植物种质资源保护利用的中心平台，统筹并协调开展中药材种质收集、保存、鉴定、评价、管理、应用工作，支撑我国优质中药材种质资源的全面、完整和安全保存。与四川、广西等药用植物分布种类丰富的省份加强联系，按需整合现有的中药材种质保存资源，分区和分类建设国家中药材种质资源库分中心。国家中药材种质资源库长期保存道地药材种子和濒危物种，地方区域性种质圃作为活体保存的补充手段[45-46]，建立“抢救性收集–专业化保存–精准化评价”一体化的保护保存体系，全面收集和保存道地、区域特色、冷背、稀缺等类型的中药材种质资源，为中药材种质资源开发利用提供基础支撑。建设国家药用植物资源信息平台，开展种质资源数据和实物共享，服务科研机构、行业企业高效获取跨区域种质，推动跨地区协同研究并显著提高资源利用效率。

建设特色药用植物引种试种隔离圃，推动外来药用植物资源的科学保护。外来药用资源作为中药资源的有效补充，在我国对外贸易中占有一定地位；建议设立特色药用植物引种试种隔离圃，更好保护现有的外来种质资源，发挥特色药用植物引种试种隔离圃的核心作用，避免外来种质与本地种质的基因混杂，保障引种试种的安全性和品种纯度，为资源扩繁和规模化种植提供优良种质。隔离圃选址应具有与引种物种原生境相似的生态条件，同时远离同类药用植物种植区。严格落实引种试种技术规范，在引种前对引入种质进行严格检疫，根据外来药用植物物种的种类、来源国、检疫风险等级的差异[47]，健全信息互通、监管互动、执法互助、优势互补的管理工作机制[48]；在引种后开展系统性的适应性试验（如病原菌检测、害虫监测），通过物理设施与功能分区开展全程封闭管理。建立引种试种档案管理制度，为外来药用植物的引种驯化、适应性观测、药效成分分析、规模化繁育提供标准化试验平台，保障种质纯度与药用安全性，填补外来药用植物引种栽培的监管空白。

加强中药材野生资源保护，按照就地保护为主、迁地保护为辅的原则，构建系统高效的保护体系。科学划定保护区域，以自然保护区、野生药材原生境保护点为重心，严格实行禁采、限采、轮采制度，杜绝掠夺式采挖和破坏性采收。通过植被修复、水土治理、生境连通等措施，改善生长环境并促进野生种群自然恢复与更新。加强执法监督，打击非法采挖、非法交易行为，通过生态补偿、社区共管等方式引导居民参与保护。在迁地保护方面，针对极度濒危、生境破碎化严重的物种开展种质保存与人工繁育。在现有药用植物种质资源库中，提高野生药用植物资源的保存效率；在药用植物园中，开展野生药用植物资源的引种驯化，突破人工繁育技术瓶颈，推动种苗规模化繁育。

珍稀濒危药用植物是药用植物资源中的宝贵财富，开展保护需针对不同物种的生物学特性与濒危原因，制定个性化的专项拯救技术方案[49]。开展珍稀濒危药用植物资源的普查与监测，采用无人机遥感、样线调查、样方调查相结合的技术方案，掌握人参、天麻、铁皮石斛、川贝母等珍稀濒危药用植物的资源分布、种群数量、生长状况，建立相应的资源台账。建设长期监测体系，采用卫星定位技术对重点种群进行跟踪监测，分析种群动态变化趋势，为保护措施制定提供依据。针对种群数量较少的珍稀濒危药用植物，采用人工辅助繁殖技术培育幼苗，在原生境或相似生境进行回归种植，尽快增

加种群数量。

注重道地药材产地保护，保障药材品质稳定。道地药材是在特定地域环境下形成的品质优良、疗效确切的药用植物品种[50]，开展保护重在维护道地产地的生态环境并规范种植技术。根据道地药材的生长环境条件，在核心产区、适宜产区实施生态环境管控技术，加强气候、土壤、水质监测[51]，在土壤退化的产区采用轮作、休耕、施用有机肥、种植绿肥等技术进行土壤改良。加大道地药材的离体保护力度，扩充道地药材基原的保护名录，切实提升道地药材的生物多样性。对道地药材的品种、产地进行全国统一认证，建立道地药材溯源体系，对种植、加工、流通等环节进行全程记录，确保药材品质的可追溯。

培育包括科研型、技术型、综合型人才在内的种质资源保护专业队伍，提高行业技术支撑能力。与高校、科研院所建立“产学研”合作机制，重点培养种质资源遗传育种、分子生物学鉴定等方向的专业人才。面向基层保护点、种质资源圃的管护人员提供实用技术培训，内容涵盖种质资源采集规范、保存设备操作、生态环境监测、病虫害绿色防控等。建立人才激励与交流机制、药用植物资源保护专项科研基金，支持种质资源保护技术研究，提供覆盖不同种质资源保护区的人才交流平台，促进跨地区保护技术的经验交流与共享。配套基层管护保障条件，稳定基层队伍并长期实施保护机制。

（二）创新驱动以赋能种质资源高效利用

建立药用植物DUS测试中心，制定品种差异化评价标准，推动药用植物品种选育标准化并加快优质新品种研发。结合各类药用植物的生长特性、形态特征、药用部位特点，制定DUS测试指南，覆盖性状选择与分类、测试材料准备、测试环境设置、测试周期确定、观测方法与数据记录、判定标准等内容[52-53]。对于国内研究机构提交的药用植物新品种权申请，实施DUS测试委托，依据药用植物的生物学特性来确定测试性状、进行科学检验判定，出具药用植物新品种DUS测试报告。通过药用植物DUS测试，精准区分不同药用植物品种的差异，为品种审定、新品种保护、优质品种推广提供科学依据，从源头保障药用植物品种的纯度与优良特性。

探索现代育种技术在药用植物领域的应用，打破药用植物品种选育大多依赖传统育种技术的瓶颈。运用分子标记辅助育种技术，开发与药用植物核心优良性状紧密连锁的分子标记；聚焦药用植物的关键性状开展基因编辑研究，对目标基因进行性状的定向改良；将转基因育种与基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学等进行技术融合，培育具有特定优良性状的药用植物品种。加强远缘杂交、体细胞杂交等技术研究，突破药用植物种间杂交的障碍，整合不同物种的优良基因，培育兼有多重优良性状的新型药用植物品种。

加速良种繁育并提升种子质量，从优质种苗供给角度支持药用植物的优质高产。构建高效的良种繁育技术体系，对于黄精、淫羊藿等有性繁殖的药用植物，提高种子的萌发率与出苗整齐度；对于天麻、生姜、铁皮石斛等无性繁殖的药用植物，推广组织培养、扦插、嫁接、分株等高效无性繁殖技术。制定药用植物种子质量标准，明确种子的纯度、净度、发芽率、水分含量等关键指标，建立种子质量检测技术体系。在自然条件适宜、基础设施完善的区域建设规模化、标准化的良种繁育基地，实施优质种子的规模化生产，保障药用植物种植对优质种苗的需求。

发挥道地药材和优质品种的品牌效应，提升药用植物产品的市场竞争力和产业附加值。培育道地药材与优质品种品牌体系，显现道地药材的地域优势与文化内涵，保障品牌产品的优良品质。将优质药用植物品种与品牌建设相结合，通过中医药展会、电商平台推介等形式提升道地药材与优质品种品牌的知名度及美誉度。推动道地药材和优质品种的产业化开发，研制多元化的中医药产品，合理延伸产业链条。科研院所、企业联合开展道地药材和优质品种的深度加工技术研发，进一步提升产品的附加值。

规范开展中药材GAP建设和关键栽培技术应用，保障药用植物的品质稳定性。推进中药材GAP基地标准化建设，建立GAP基地的质量管控体系，制定基地的标准化种植操作规程，明确不同药用植物的种植流程与技术要求[54]。鼓励在GAP基地开展第三方机构认证，提高基地的规范化水平与市场认可度。加强GAP技术应用推广，为种植户提供GAP种植技术指导与培训，提高种植户的规范化种植水平[55-56]。推动GAP基地与行业企业直接对接，

开展药用植物订单式种植，建立“企业+基地+农户”的产业化发展模式，保障种植户的收益。优化药用植物关键栽培技术，在调节土壤理化性质、破解连作障碍、精准调控水肥、防治绿色病虫害等方面形成综合方案，保障药用植物的产量与品质。

（三）健全机制以规范种质资源管理体系

建议研究和制定“中药材种子管理办法”，专项管理药用植物种子的生产经营活动，以提高中药材产量与品质，推动中药材种植成为乡村支柱产业。面向中药材种业各环节管理现状，明确管理部门、相关机构和责任人的权利与义务，规范中药材种子的保存及利用，提出中药材种子从种质资源保护、品种选育审定到生产经营、质量监管、使用指导的全链条管理要求。据此推动中药材种业的标准化建设、道地药材产业规范化发展，提升中医药产业的核心竞争力，为中医药传承创新发展与国际化布局提供坚实的种源支撑。

建议发布“可供利用的中药材种质资源目录”“种子出口分类管理目录”，形成种质资源管控与出口监管技术框架，推动种质资源有效保护与合理利用、出口贸易有序规范。在“可供利用的中药材种质资源目录”编制时，基于药用植物种质资源调查活动，系统收集野生种质资源、栽培品种、地方农家品种、野生近缘种等种质材料，建立种质资源信息数据库[57]；从农艺性状、品质性状、抗逆性、遗传多样性等方面综合评价种质资源的可持续利用程度，全面梳理具有开发潜力的中药材种质资源，划分出优先保护类、合理利用类、有待开发类等类别并明确各类别保护范围，提供种植技术要点、适宜推广区域、加工利用方式等建议措施。对于“种子出口分类管理目录”，以保障种质资源安全、规范出口贸易秩序为核心目标开展编制，结合中药材种质资源的稀缺性、生态价值、经济价值以及国际公约要求，对中药材种子出口实施分类管理；采用种质资源的濒危等级、遗传独特性、国内供需状况、出口对国内产业的影响等指标，量化评估种子出口风险，据此将中药材种子划分为禁止出口类别、限制出口类别、自由出口类别；结合种质资源的保护状况、产业发展需求、国际市场变化等因素，定期更新目录内容，确保分类管控的科学性与时效性。

完善涉及中医药、农业农村、林草、市场监管、海关的多方机构共管协调机制，实施药用植物资源全方位管理，解决监管碎片化并提升管理效能。构建技术协同平台，建立信息共享机制，完善联合执法技术规范，实施跨部门、跨领域的无缝衔接监管。建议中医药管理部门牵头，联合农业农村、林草、药监、海关等管理部门，统筹推进全国中药材规范管理工作；省级部门立足区域内中药材产业发展条件，负责技术标准的落地实施、区域内跨部门协调、技术指导与培训等。建立标准化的信息共享平台，明确信息共享的范围、内容、格式、更新频率等，促进各部门监管信息的实时互通。

加强作为药用植物流通关键环节的中药材市场监管，以中药材质量追溯平台为依托，开展中药材从种植到销售的全链条追溯，规范市场流通秩序。应用智慧监管技术提升市场监管效能，引入大数据、人工智能、视频监控等技术手段，实施中药材市场的动态监管与精准管控。加强中药材产地加工、仓储、市场价格调控等环节的监管，规范产地加工技术流程，明确中药材仓储的技术要求，实时监测中药材市场价格变化并维护稳定。

六、结语

药用植物种质资源既是中医药事业传承发展的“基因密码”，也是维护生物安全并壮大生物医药产业的物质基础。历经多年发展，我国构建了以就地保护为主、迁地保护为辅的复合保育网络，在一定程度上遏制了珍稀濒危野生资源的衰退态势；依托现代育种技术与良种繁育基地建设，初步实现从资源掠夺式利用向种质创新与可持续开发的转变。然而，审视当前状况可以发现，资源保护的“盲区”依然存在，核心种质的精准鉴定进展滞后，良种选育的产业化转化率不高，跨部门协同治理机制仍显碎片化，这些都是制约中医药产业升级和高质量发展的突出短板。为此，设立国家中药材种质资源库以支持道地药材种子和濒危药用物种的有效保存，搭建药用植物DUS测试中心以规范药用植物品种选育标准，制定中药材种子管理办法以规范种子生产经营秩序，多措并举从源头筑牢中药材品质根基。面向未来，我国药用植物种质资源可通过全域资源普查与高通量动态监测，进一步摸清家底、掌握消长规律；加快构建表型与基因型多维评价体系，突

破细胞工程与分子设计育种等核心繁育技术；依托数字化能力建设“资源–数据–监管”全链条闭环体系，加速中医药标准化、现代化、国际化发展进程。

利益冲突声明

本文作者在此声明不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: November 25, 2025; **Revised date:** April 15, 2026

Corresponding author: Huang Luqi is a research fellow from China Academy of Chinese Medical Sciences, and a member of Chinese Academy of Engineering. His major research fields include Chinese herbal resources and molecular pharmacognosy. E-mail: huangluqi01@126.com

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on Development Strategy of Germplasm Resources” (2023-JB-02); The National Natural Science Foundation of China Project (82274052)

参考文献

[1] 彭成，裴瑾，马云桐，等. 中药种质资源的科学内涵与保存体系[J]. 中药与临床，2023，14(1)：1-6.
Peng C，Pei J，Ma Y T，et al. Scientific connotation and preservation system of germplasm resources of traditional Chinese medicine[J]. Pharmacy and Clinics of Chinese Materia Medica，2023，14(1)：1-6.

[2] 国务院办公厅关于提升中药质量促进中医药产业高质量发展的意见[EB/OL]. (2025-3-20)[2026-04-01]. http://www.scio.gov.cn/zdgz/jj/202503/t20250321_888048.html.
Opinion of the General Office of the State Council on improving the quality of traditional Chinese medicine and promoting the high-quality development of the traditional Chinese medicine industry[EB/OL]. (2025-3-20)[2026-04-01]. http://www.scio.gov.cn/zdgz/jj/202503/t20250321_888048.html.

[3] 黄璐琦. 中国中药资源名录[M]. 上海：上海科学技术出版社，2024.
Huang L Q. Catalogue of Chinese medicinal resources[M]. Shanghai：Shanghai Science and Technology Press，2024.

[4] 黄璐琦，张本刚，覃海宁. 中国药用植物红皮书[M]. 北京：北京科学技术出版社，2022.
Huang L Q，Zhang B G，Qin H N. China drug red data book[M]. Beijing：Beijing Science and Technology Press，2022.

[5] 何于浩，郭淑红，李俊霖，等. 黄芪核心种质构建研究进展[J]. 中国现代中药，2025，27(10)：1820-1828.
He Y H，Guo S H，Li J L，et al. Research on the construction of primary core germplasm of *astragalus membranaceus*[J]. Modern Chinese Medicine，2025，27(10)：1820-1828.

[6] 王红燕，陈垣，郭凤霞，等. 党参属种质资源多样性及可药用种质创新研究进展[J]. 中草药，2024，55(3)：978-988.
Wang H Y，Chen Y，Guo F X，et al. Research progress on diversity of *Codonopsis* genus resources and innovation of medicinal germplasm[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs，2024，55(3)：978-988.

[7] 高鑫媛，白茹玥，魏金月，等. 中药材苍术种质资源及栽培技术研究进展[J]. 承德医学院学报，2022，39(3)：237-241.
Gao X Y，Bai R Y，Wei J Y，et al. Research progress on germplasm resources and cultivation techniques of Chinese herbal medicine *Atractylodes lancea*[J]. Journal of Chengde Medical University，2022，39(3)：237-241.

[8] 张燕，李阳，李倩，等. 桔梗种质资源研究新进展[J]. 中国野生植物资源，2017，36(3)：53-56，82.
Zhang Y，Li Y，Li Q，et al. Research advance in gemplasm resource of platycodon grandiflorum[J]. Chinese Wild Plant Resources，2017，36(3)：53-56，82.

[9] Semwal D K，Chauhan A，Kumar A，et al. Status of Indian medicinal plants in the international union for conservation of nature and the future of ayurvedic drugs：Shouldn’t think about ayurvedic fundamentals?[J]. Journal of Integrative Medicine，2019，17(4)：238-243.

[10] 孙一诺，李亚婵，黄旸木，等.《世界卫生组织2025—2034年传统医学战略》解读及对中国后续行动的思路[J]. 中国卫生政策研究，2025，18(12)：8-14.
Sun Y N，Li Y C，Huang Y M，et al. Interpretation of the *WHO traditional medicine strategy 2025—2034* and insights for China’s follow-up actions[J]. Chinese Journal of Health Policy，2025，18(12)：8-14.

[11] 宋雨馨，池秀莲，易悦，等. “一带一路”国家及地区药用植物资源及其可利用性初探[J]. 中国中药杂志，2024，49(5)：1137-1143.
Song Y X，Chi X L，Yi Y，et al. Resources and utilization of medicinal plants in countries and regions involved in “the Belt and Road”[J]. China Journal of Chinese Materia Medica，2024，49(5)：1137-1143.

[12] Saslis-Lagoudakis C H，Hawkins J A，Greenhill S J，et al. The evolution of traditional knowledge：Environment shapes medicinal plant use in Nepal[J]. Proceedings of the Royal Society B：Biological Sciences，2014，281(1780)：20132768.

[13] 王天娇，许柏，张卉雨，等. 韩国人参产业市场运行监管情况及其启示[C]//2024年吉林省市场监督管理学会征文活动优秀论文集，2025：604-622.
Wang T J，Xu B，Zhang H Y，et al. The market operation supervision situation of the Korean ginseng industry and its implications[C]//The Outstanding Papers of the 2024 Jilin Province Market Supervision and Administration Society’s Invitational Essay Competition，2025：604-622.

[14] Kholová J，Urban M O，Cock J，et al. In pursuit of a better world：Crop improvement and the CGIAR[J]. Journal of Experimental Botany，2021，72(14)：5158-5179.

[15] 国家发展改革委同印尼海洋与投资统筹部签署合作文件[EB/OL]. (2022-11-18)[2026-04-01]. https://www.ndrc.gov.cn/fzggw/jgsj/gjs/sjdt/202211/t20221118_1341564_ext.html.
The National Development and Reform Commission signed cooperation documents with the Ministry of Maritime Affairs and Investment of Indonesia[EB/OL]. (2022-11-18)[2026-04-01]. https://www.ndrc.gov.cn/fzggw/jgsj/gjs/sjdt/202211/t20221118_1341564_ext.html.

[16] 顾小军，周小雷，余丽莹，等.《老挝人民民主共和国草药典》编制与研究概述[J]. 中国实验方剂学杂志，2021，27(10)：169-175.
Gu X J，Zhou X L，Yu L Y，et al. Overview of compilation and research of *Lao herbal pharmacopoeia*[J]. Chinese Journal of Ex-

perimental Traditional Medical Formulae，2021，27（10）：169-175.

［17］ Gowthami R，Sharma N，Pandey R，et al. Status and consolidated list of threatened medicinal plants of India[J]. Genetic Resources and Crop Evolution，2021，68（6）：2235-2263.

［18］ 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室公告（2023年第1号）（《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录中文版）[EB/OL]. （2023-02-23）[2026-04-01]. https://www.forestry.gov.cn/c/www/gkzfwj/380010.jhtml.
Announcement of the Office for the Management of Import and Export of Endangered Species of the People's Republic of China（No. 1 of 2023）（Chinese version of the appendix of *Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora*）[EB/OL]. （2023-02-23）[2026-04-01]. https://www.forestry.gov.cn/c/www/gkzfwj/380010.jhtml.

［19］ 朱溢倩，曾燕如. ICUN极危物种铁皮石斛可持续经营认证的思考[J]. 浙江林业科技，2019，39（3）：88-92.
Zhu Y Q，Zeng Y R. On sustainable forest management certification of products made of *dendrobium officinale*，an ICUN critically endangered species[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology，2019，39（3）：88-92.

［20］ 张辰辰，杨光. 濒危中药材管理现状问题与对策探讨[J]. 中国中药杂志，2025，50（14）：4081-4088.
Zhang C C，Yang G. Current problems and countermeasures of management of valuable and endangered Chinese medicinal materials[J]. China Journal of Chinese Materia Medica，2025，50（14）：4081-4088.

［21］ Johnson S P，Ablard K M. Frankincense：Tapping into a sustainable future[J]. International Journal of Professional Holistic Aromatherapy，2020，9（3）：45-56.

［22］ Thulin M，Warfa A M. The frankincense trees（*Boswellia Spp.*，*Burseraceae*）of Northern Somalia and Southern Arabia[J]. Kew Bulletin，1987，42（3）：487.

［23］ Hagenblad J，Aloisi K，Marum P，et al. Limited genetic changes observed during *in situ* and *ex situ* conservation in Nordic populations of red clover（*Trifolium pratense*）[J]. Frontiers in Plant Science，2023，14：1233838.

［24］ 梁莹，韦坤华，张占江，等. 中国南方喀斯特地貌药用植物保育策略[J]. 中国现代中药，2017，19（2）：226-231.
Liang Y，Wei K H，Zhang Z J，et al. Strategies for conservation of medicinal plants in South China Karst[J]. Modern Chinese Medicine，2017，19（2）：226-231.

［25］ 王龙泉，陈前欣，李乔明. 自然保护地分类现状、存在问题与策略[J]. 热带林业，2025，53（3）：15-20.
Wang L Q，Chen Q X，Li Q M. Classification situation existing problems and strategies of protected area[J]. Tropical Forestry，2025，53（3）：15-20.

［26］ 王继永，郑司浩，曾燕，等. 中药材种质资源收集 保存与评价利用现状[J]. 中国现代中药，2020，22（3）：311-321.
Wang J Y，Zheng S H，Zeng Y，et al. Current situation on collection，preservation，evaluation and utilization of germplasm resources for traditional Chinese medicine[J]. Modern Chinese Medicine，2020，22（3）：311-321.

［27］ Chen S L，Yu H，Luo H M，et al. Conservation and sustainable use of medicinal plants：Problems，progress，and prospects[J]. Chinese Medicine，2016，11（1）：37.

［28］ 黄璐琦，杨光，余丽莹，等. 中国中药资源大典·种质篇[M]. 北京：北京科学技术出版社，2025.
Huang L Q，Yang G，Yu L Y，et al. The Chinese herbal resources encyclopedia：Germplasm volume[M]. Beijing：Beijing Science and Technology Press，2024.

［29］ 胡文婷，张小波，张溢婧，等. 珍稀濒危中药材及其代用品的应用场景研究[J]. 中国中药杂志，2025，50（10）：2640-2647.
Hu W T，Zhang X B，Zhang Y J，et al. Application scenarios of rare and endangered Chinese medicinal materials and their substitutes[J]. China Journal of Chinese Materia Medica，2025，50（10）：2640-2647.

［30］ 王亚鹏，袁长胜，钱锦秀，等. 野生与栽培中药材品质对比的研究进展与相关建议[J]. 中国实验方剂学杂志，2024，30（1）：1-20.
Wang Y P，Yuan C S，Qian J X，et al. Reviews and recommendations in comparative studies on quality of wild and cultivated Chinese crude drugs[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae，2024，30（1）：1-20.

［31］ Bao H，Bao H N，Wang Y，et al. Challenges and strategies in the industrial application of dendrobium officinale[J]. Plants，2024，13（21）：2961.

［32］ Hou C Z，Huang L Y，Li Z Z，et al. Domestication of medicinal plants（*Lonicera Japonica* Thunb.）in China：Comparison of morphological，resistance and biochemical traits between wild and cultivated populations[J]. Frontiers in Plant Science，2025，15：1501396.

［33］ 王泽，晋小军，毛耀杰. 4个蒙古黄芪品种光合特性及其产量质量比较研究[J]. 中国野生植物资源，2024，43（3）：60-66.
Wang Z，Jin X J，Mao Y J. Comparative study on photosynthetic characteristics，yield and quality of 4 varieties of *astragalus membranaceus* var. *mongholicus*[J]. Chinese Wild Plant Resources，2024，43（3）：60-66.

［34］ 陈中坚，马小涵，董林林，等. 药用植物DNA标记辅助育种（三）三七新品种——"苗乡抗七1号"的抗病性评价[J]. 中国中药杂志，2017，42（11）：2046-2051.
Chen Z J，Ma X H，Dong L L，et al. DNA marker-assisted selection of medicinal plants（III）evaluation of disease resistance of "Miaoxiang Kangqi 1"—A new cultivar of *Panax notoginseng*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica，2017，42（11）：2046-2051.

［35］ 李颖，曾燕，杨成民，等. 中药材品种认定政策研究与思考[J]. 中国现代中药，2023，25（9）：1837-1846.
Li Y，Zeng Y，Yang C M，et al. Registration policies for varieties of Chinese medicinal materials[J]. Modern Chinese Medicine，2023，25（9）：1837-1846.

［36］ 中华人民共和国种子法[EB/OL]. （2021-12-24）[2026-04-01]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202303/t20230314_1019530.shtml.
Seed law of the People's Republic of China[EB/OL]. （2021-12-24）[2026-04-01]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202303/t20230314_1019530.shtml.

［37］ 刘忠玲. 药用植物种质资源库的建设技术与保存技术研究[D]. 哈尔滨：东北林业大学，2008.

Liu Z L. The research of medicinal plant gene bank construction technology and conserve technology[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2008.

[38] Wu S, Chen L, Zhou Y, et al. Invasive plants have higher resistance to native generalist herbivores than exotic noninvasive congeners[J]. Environmental Entomology, 2023, 52(1): 81-87.

[39] McGaw L J, Omokhua-Uyi A G, Finnie J F, et al. Invasive alien plants and weeds in South Africa: A review of their applications in traditional medicine and potential pharmaceutical properties[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2022, 283: 114564.

[40] 隋昕，姜业成，于海娇，等. 药用植物种子贮藏的研究进展[J]. 特产研究，2023，45(1)：174-179.
Sui X, Jiang Y C, Yu H J, et al. Research progress on storage of medicinal plant seeds[J]. Special Wild Economic Animal and Plant Research, 2023, 45(1): 174-179.

[41] 徐辉，王儒年. 乡村振兴战略下野生药材资源保护：现实羁绊、内在契合、主要路径[J]. 热带农业科技，2024，47(1)：69-74.
Xu H, Wang R N. Conservation of wild medicinal herbs resources under the strategy of rural revitalization: Practical constraints, intrinsic fit, and main paths[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2024, 47(1): 69-74.

[42] 刘美娟，薛璟祺，曾燕，等. 我国中药材新品种保护与DUS测试指南研制现状[J]. 中国现代中药，2021，23(9)：1637-1643.
Liu M J, Xue J Q, Zeng Y, et al. Status quo of the protection of and development of DUS testing guideline for new medicinal plant varieties in China[J]. Modern Chinese Medicine, 2021, 23(9): 1637-1643.

[43] 罗卫花，徐敢. 中药材管理属性和科学监管探索[J]. 中国药事，2024，38(9)：994-1000.
Luo W H, Xu G. Exploration on management attributes and scientific management of Chinese herbal medicines[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2024, 38(9): 994-1000.

[44] 李颖，池秀莲，王红阳，等. 中药材种业管理存在的问题与建议[J]. 中国中药杂志，2025，50(18)：5299-5304.
Li Y, Chi X L, Wang H Y, et al. Problems and suggestions in management of traditional Chinese medicine seed industry[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2025, 50(18): 5299-5304.

[45] Yuorieva N, Sinetova M, Messineva E, et al. Plants, cells, algae, and cyanobacteria in vitro and cryobank collections at the institute of plant physiology, Russian Academy of Sciences—A platform for research and production center[J]. Biology, 2023, 12(6): 838.

[46] 赵小惠，刘霞，陈士林，等. 药用植物遗传资源保护与应用[J]. 中国现代中药，2019，21(11)：1456-1463.
Zhao X H, Liu X, Chen S L, et al. Protection and application of genetic resources of medicinal plants[J]. Modern Chinese Medicine, 2019, 21(11): 1456-1463.

[47] 刘建. 植物检疫处理技术现状及发展探究[J]. 种子科技，2023，41(20)：138-140.
Liu J. Present situation and development of plant quarantine treatment technology[J]. Seed Science & Technology, 2023, 41(20): 138-140.

[48] 尹晨. 外来植物管理法律问题研究[D]. 沈阳：辽宁大学，2022.
Yin C. A Study on legal issues of exotic management[D]. Shenyang: Liao Ning university, 2022.

[49] Chi X L, Zhang Z J, Xu X T, et al. Threatened medicinal plants in China: Distributions and conservation priorities[J]. Biological Conservation, 2017, 210: 89-95.

[50] 彭成. 中华道地药材[M]. 北京：中国中医药出版社，2011.
Peng C. Chinese daodi medicinal herbs[M]. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press, 2011.

[51] Xia C Y, Huang Y F, Qi Y D, et al. Developing long-term conservation priority planning for medicinal plants in China by combining conservation status with diversity hotspot analyses and climate change prediction[J]. BMC Biology, 2022, 20(1): 89.

[52] 张成才，方超，覃明，等. 中药材新品种选育现状与DUS测试指南研制进展[J]. 中国中药杂志，2023，48(11)：2896-2903.
Zhang C C, Fang C, Qin M, et al. DUS testing guidelines for new varieties of Chinese medicinal plants[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2023, 48(11): 2896-2903.

[53] 梅瑜，蔡时可，王继华. 中草药DUS测试应用与进展[J]. 江西中医药，2022，53(1)：64-67.
Mei Y, Cai S K, Wang J H. Application and progress of DUS test of Chinese herbal medicine[J]. Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 2022, 53(1): 64-67.

[54] 黄璐琦，吕冬梅，郭兰萍，等. 中药材GAP实施的复杂系统论——生产基地的选建：生态、文化和经济[J]. 现代中药研究与实践，2003，17(6)：8-12.
Huang L Q, Lyu D M, Guo L P, et al. Study on complex system of Chinese crude drugs GAP fulfilling-selection and construction of production base: Ecology, culture and economy[J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2003, 17(6): 8-12.

[55] 郭兰萍，周良云，莫歌，等. 中药生态农业——中药材GAP的未来[J]. 中国中药杂志，2015，40(17)：3360-3366.
Guo L P, Zhou L Y, Mo G, et al. Ecological agriculture: Future of good agriculture practice of Chinese materia medica[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2015, 40(17): 3360-3366.

[56] 吴瑞娟，张黎明，杨梅珍，等. 实施GAP对中药现代化的积极影响[J]. 内蒙古中医药，2015，34(9)：74.
Wu R J, Zhang L M, Yang M Z, et al. Positive influence of GAP implementation on modernization of traditional Chinese medicine[J]. Inner Mongolia Journal of Traditional Chinese Medicine, 2015, 34(9): 74.

[57] 刘伟，丁长松，梁杨. 中药种质资源信息系统的设计与实现[J]. 中国中医药信息杂志，2017，24(5)：5-7.
Liu W, Ding C S, Liang Y. Design and implementation of germplasm resources information system for Chinese medicines[J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2017, 24(5): 5-7.