

·学术探讨·

林下中药材种植问题和发展建议

郭宝林¹, 毛炎新², 杨立彬³, 李豆豆¹, 张洪彪¹, 张卫东^{1*}

- (1. 中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193;
2. 国家林业和草原局 发展研究中心, 北京 100714;
3. 国家林业和草原局 产业发展规划院, 北京 100010)

[摘要] 在广泛调研林下中药材种植发展现状、深入分析存在问题的基础上,提出促进可持续和高质量发展的政策性和技术性建议。调研团队赴广西、云南、福建、吉林等7省(区)的林下中药材种植发展优势区域开展实地调研,结合政策梳理和文献分析,发现林下中药材种植虽具有生态优势和政策支持,但仍面临服务体系不健全、监管能力不足、市场匹配度低、技术体系不成熟等一系列问题。需特别指出的是,林下种植普遍存在高投入与低产出的经济困局,以及林地郁闭度与药材光需求错配、政策执行中生态保护与利用边界不清、科研支撑薄弱导致技术试错成本高等具体挑战。提出以下发展建议:①建立林草与中医药部门联动机制,统筹规划与政策协同;②提升林下中药材种植与市场需求匹配能力;③构建林下中药材种植独立的技术体系和标准,如建立基于郁闭度分级的品种适配体系和生态化培育规程;④加强面向产业发展的科研攻关,优先聚焦大规模人工林(如松、杉林)、药食同源品种(黄精、天麻)、藤本类品种及间作效应研究;⑤建立林下种植药材质量认证体系及相应的监管体系,推动优质优价;⑥完善用地政策与配套设施保障,明确不同类型林地利用权限及简化临时设施审批。

[关键词] 林下种植; 发展建议; 中药材生态种植

Problems and development recommendations for understory medicinal herb cultivation

GUO Bao-lin¹, MAO Yan-xin², YANG Li-bin³, LI Dou-dou¹, ZHANG Hong-biao¹, ZHANG Wei-dong^{1*}

- (1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100193, China; 2. Development Research Center of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100714, China;
3. Academy of Planning and Design, National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100010, China)

[Abstract] Based on extensive research into the current status of understory medicinal herb cultivation and an in-depth analysis of existing problems, this study proposes policy and technical recommendations to promote sustainable and high-quality development. The research team conducted field investigations in advantageous cultivation regions across seven provinces (autonomous regions), including Guangxi, Yunnan, Fujian, and Jilin, supplemented by policy reviews and literature analysis. The findings reveal that although understory medicinal herb cultivation benefits from ecological advantages and policy support, it still faces a series of problems, such as an underdeveloped service system, insufficient regulatory capacity, low market alignment, and immature technical systems. It should be particularly noted that understory cultivation commonly encounters specific challenges, including the economic dilemma of high input and low output, mismatches between forest canopy density and the light requirements of medicinal plants, ambiguous boundaries between ecological protection and utilization in policy implementation, and weak research support, leading to high trial-and-error costs in technology adoption. The following development recommendations are proposed: ① establish a coordination mechanism between forestry and traditional Chinese medicine authorities to integrate planning and policy synergy; ② enhance the alignment of

[收稿日期] 2025-07-22

[基金项目] 国家中医药管理局委托项目“林下中药材种植政策研究”(GZY-KJS-2024-009)

[通信作者] *张卫东,教授,博士生导师,研究方向为天然药物化学与化学生物学,E-mail:wdzhangy@hotmail.com

[作者简介] 郭宝林,研究员,博士生导师,研究方向为药用植物资源、栽培和鉴定,E-mail:guobaolin010@163.com

understory medicinal herb cultivation with market demand; ③ develop an independent technical system and standards for understory medicinal herb cultivation, such as establishing a variety suitability framework based on canopy density classification and ecological cultivation protocols; ④ strengthen research focused on industrial development, with priority given to large-scale plantations (*e.g.*, pine and fir forests), dual-purpose food-medicine species (*Polygonatum*, *Gastrodia elata*), vine species, and intercropping effects; ⑤ establish a quality certification system and corresponding regulatory framework for understory-cultivated medicinal materials to promote premium pricing; ⑥ improve land-use policies and supporting infrastructure, clarifying utilization rights for different forest types and simplifying approval procedures for temporary facilities.

[Key words] understory cultivation; development recommendations; ecological cultivation of medicinal plants

DOI:10.19540/j.cnki.cjcm.20250815.401

中药材种植从耕地向林地转移是优化土地资源利用结构、实现中药材高质量发展的战略之举,我国耕地资源稀缺,人均耕地面积仅为1.36亩(1亩 $\approx$ 667 m²),但是林地资源丰富,人均林地资源达到2.98亩,发展空间巨大。2025年《政府工作报告》已将林下经济纳入国家战略。林下经济包括林下种植、林下养殖、林下采集加工、森林景观利用等,其中林下中药材种植成为最主要的发展类型。在此形势下,国家中医药管理局设立“林下中药材种植政策研究项目”,中国医学科学院药用植物研究所牵头,会同国家林业和草原局专家组成研究团队,并赴广西、云南、福建、吉林、山东、江西、安徽等省(区)开展专题调研,在调研基础上系统梳理了各地林下中药材种植存在的问题,并提出可能的发展建议,旨在引发行业关注,共同推进林下中药材种植的良性发展。

1 林下发展中药材的背景

1.1 中药材产业发展迅速 中药材为中医药产业的源头,随着人们生活水平的提高,健康意识的增强,中药材需求迅猛增长,据统计,2023年中国中药材市场规模约2 100亿元(同比增长约8%),预计2025年突破2 500亿元(复合年均增长率6%~8%)。中药饮片(加工中药材)市场增速更快,2023年规模达2 700亿元(年均增长超过10%)。在过去30年,有近100种中药材实现了野生变家种,一直来自于种植的药材则种植规模基本上翻了2倍或更多,经作者调研,黄芪的年需求量1980年约1.2万t,2005年约为3万t,2023年上升为约7万t^[1]。野生药材家种化,种植药材产地扩充和变迁以及农业新技术的应用,带来药材品质的普遍下降,成为行业内外关注的问题。因此生态种植、回归绿色成为近年中药材发展的新趋势^[2]。2021年国务院办公厅在《关于加快中医药特色发展的若干政策措施》首次明确提出:“制定中药材生态种植、野生抚育等技术规范,推进中药材规范化种植。”2025年《关于提升中药质量促进中医药产业高质量发展的意见》进一步细化为“推进中药材生态种植养殖,健全生态产品价值实现机制”,明确了中药材的生态种植为发展方向,其中林下中药材种植是生态种植的最主要的方面^[2]。

1.2 耕地发展中药材受限 2023年出台的《中华人民共和国粮食安全保障法》从法律层面明确“禁止违法占用耕地特别是永久基本农田发展非粮作物”,意味着基本农田种植中

药材将不被允许,一年生中药材可以利用一般耕地,也要根据地方具体情况进行调配。“国家严格控制耕地转为林地、草地、园地等其他农用地”。多年生中药材种植地则属于园地,由于生长年限较短,在已经有一定种植规模的区域,可以用占补平衡的方式采收后返回为耕地,退出多少,再将多少一般耕地转为园地,而对于新发展的多年生中药材品种,将较少有机会在耕地上种植。中药材种植还受到其他经济作物的竞争。过去30年我国种植了大量的经济作物,如烟草、蓝莓、澳洲坚果、互叶白千层等,不胜枚举,都有可能对有限的土地形成竞争。据官方统计,2025年全国中药材种植面积已经达到5 000万亩左右,比十年前翻了1倍,在耕地严控政策下,预计规模将因此而受到明显限制。

1.3 利用林地发展前景广阔 我国历史上就有林下种植中药材的传统,但是近一二十年才得到快速发展,其中一个重要原因就是林业发展战略从木材生产转向生态建设为主之后,为了在不采伐木材情况下也能发挥林地价值、缓解耕地不足矛盾,各级政府出台系列文件支持非木质经济发展。国务院办公厅2012年印发了《关于加快林下经济发展的意见》,各地结合实际发展包括林下中药材在内的林下经济;2020年十部委出台《关于科学利用林地资源 促进木本粮油和林下经济高质量发展的意见》,以进一步提高林地利用空间;2021年国家林业和草原局印发《林草中药材生态种植通则》《林草中药材野生抚育通则》《林草中药材仿野生栽培通则》,规范林下中药材种植;2022年出台《林草中药材产业发展指南》,推动林草中药材产业高质量发展。2025年10月1日起,新版《中国药典》将全面实施,该版药典强化了农残等安全性指标、有效性等质量指标,林下种植可依托森林自然生态环境,减少对化肥和农药的依赖,非常适合生态种植。

2 发展面临的困境

作者调研发现,广西、江西、福建等地的基层林业单位在2010年前后已经开始发展林下经济,包括林下中药材种植。在持续十几年的林下经济发展过程中,林下中药材种植成为较受关注且具有多元化发展的优势类型,已有很多发展良好、实现盈利甚至高额创收的案例,但纵观全国的整体发展情况,存在的问题仍然较多。

2.1 面临服务体系不健全与监管能力不到位的双重困境 各级林草主管部门制定了系列推动林下经济发展的政策,但从实践来看,从规划、品种选择、基础设施建设、种植抚育到采收加工的中药材生产全链条,总体上对种植的服务支持不足。国家层面尚未有专项资金用于支持林下中药材发展,更多的是以国有林场、企业及个人投资为主,有限的资金力量无法承担基础配套设施建设。在林下发展什么、怎么发展主要靠自身资源,国有林场、林农技术能力弱,林草主管部门和中医药管理部门并未形成有效的协同机制,从种植和市场给予服务和指导,导致优良林地空间的价值未能得到充分挖掘,或者以极低的价格将经营权流转给投资经营主体,并未形成良性的经济循环。另外,基层林业部门人员配置不足,技术支撑能力欠缺,难以对林下种植开展有效监管。林下种植的相关技术规范和监管细则尚未完善。

2.2 实施主体缺乏对产业链系统认知和协同能力 目前林下种植实现盈利的有来自于长期从事中药材种植的企业,以及中药、健康产品企业的资源基地,他们往往具有稳定的药材销售渠道,或具有系列健康产品的研发生产能力和市场能力。而实施林下种植的主体——林草系统的林场或租用大面积林地的企业,对中药产品的需求认识和市场把控能力较弱,因此种植选品具有盲目性,很多国有林场试种了几十个品种,但对哪些品种具备可持续的市场潜力、是否适宜规模化种植,缺乏系统评估和判断。药材产出后销售不畅,开发的产品销路又成为新的问题,如广西北海的林场种植了4 000亩的互叶白千层,并建立了精油提取车间,加之收购附近产区的原料,每年产出20 t的精油,面对和2020年相比价格已经腰斩的精油销售,困难重重。

2.3 林地类型和中药材品种生态适应性匹配度不高 本研究团队曾发表文章论述,相较于大田,林地具有光照弱、温度变化温和、空气和土壤湿度大、土壤营养和微生物多样化等生态特征,其中林地的郁闭度是影响林下植物生长的最主要的因素。药用植物不同物种基于对光的需求(光生态型),分为喜阳、耐阴和喜阴等不同的生态类型,只有林地郁闭度和药用植物的光生态型匹配,药用植物才能正常生长并获得良好产量,此外土层太薄、土壤贫瘠、坡度过大等也均是实施林下种植的重要限制因素^[2]。但本次调研发现,在较大郁闭度的林下,淫羊藿萌发力过低,黄精病害严重,重楼、西洋参等植株高但细弱、叶片大但只长叶不长根等光合作用不足的现象十分普遍。片面强调“原生态”“不干预”,忽视了必要的土壤改良与科学施肥和灌溉措施,导致药材产量显著偏低,经济效益难以保障。云南部分地区的林下三七种植因为该原因致使生长不良、商品率低,严重挫伤了种植户的积极性。

2.4 林下种植面临高投入和低产出经济困局 林下中药材种植成本要高于耕地。简单估算,用于林下种植中药材的林地租金(5~50元/亩)低于大田(300~2 000元/亩),在整地、播种(或移栽)、施肥、打药、灌溉、采收等方面需要的人工,以

及运输(交通)、其他农业设施应用投入方面均高于耕地种植,林地清理需要额外投入(500~1 500元/亩),所以林下种植每亩的投入成本往往是大田种植的2~3倍。林地可利用种植面积小于大田(如淫羊藿大田为7 000~8 000株,而林下种植一般为4 000株),如果林下因多种原因肥力不足(如交通不便)、灌溉不够(如水源不利)等,产量一般低于大田,如云南大理林下白及产量为大田的3/4,云南文山林下三七产量为2/3,广西北海五指毛桃产量为1/2,吉林东丰人参产量为1/3~1/2。高投入和低产出,与大田种植相比难以获得较好的经济效益,是林下种植目前面临的主要问题。

2.5 林下中药材种植规模 and 市场需求矛盾突出 中药材常用品种有600多个,其中种植生产的品种有300多个,目前大宗品种已基本实现种植,但是中药材是作物中的小品类,需求量最大的几种或以食用、调味用为主,或具有药食兼用等多重用途,如枸杞、甘草、草果、肉桂、黄精等,近年来公布为食药物质的品种,也因功能性食用,需求量大增,如肉苁蓉、天麻等。主要为药用并排在使用量前列的品种,如黄芪和茯苓年需求量为6万~7万t,丹参为3万余t,三七为2万~3万t,兼顾种植年限和产量,黄芪的种植面积30万亩、三七种植面积40万~50万亩即可满足需求,常用中药材品种一般需求在0.5万~1万t,种植面积更小。过去十年,因种植中药材作为产业扶贫和乡村振兴等地方经济发展的重要抓手,种植量过大,药材价格进入下行周期已是第三年。调查发现,不少地方因林下种植品种市场价格降低,且没有产量优势,提前退出种植,如广西北海林下种植的天冬和百部,并对五指毛桃的发展心存疑虑。因此,不了解市场行情而盲目发展,销售不利的情况较为普遍。

2.6 发展林下种植尚存的政策和观念限制 自2003年中央确立了以林业生态建设为主的可持续发展道路以来,对公益林、天然林、以国家公园为主体的自然保护地实行严格的保护政策,这一保护导向在有效提升生态安全水平的同时,也在一定程度上限制了林下经济的拓展空间。特别是在政策执行过程中,一些地方对林下经济活动采取了更加审慎甚至趋于保守的态度。部分省在相关林下政策规范制定上提出了更为严格的要求,如2022年修订出台的《云南省林下种植林地利用规范(修订)》明确提出了更为严格的林地利用限制标准,对林下种植活动的地类选择、操作区域和管理方式设定了诸多约束条件。虽然该规范已于2025年1月宣布废止,反映出政策在实践中的调整与反馈机制,但当前在生态保护与经济发展如何协调、如何科学划定林下经济可利用边界等关键问题上,仍缺乏系统性政策突破和明确的操作指引,成为制约林下经济高质量发展的突出因素之一。

2.7 林下中药材种植技术体系薄弱,科研支撑与实践脱节 林下中药材种植相关技术体系主要由中药学领域的科研人员主导构建,但该领域对林下经济的整体推动力和科技支持仍显不足。相比大田种植,林地生态系统在光照、水分、土

壤结构、生物多样性等方面具有显著差异,决定了其必须构建独立、系统、适应性强的林下种植技术体系。尽管自“十三五”时期起,部分科研机构 and 项目已开展了一定的探索,但至今仍缺乏成体系、可推广、可复制的林下种植技术成果。在实际推广中,林下中药材种植的实施主体多为林草系统所属国有林场或承包大面积林地的企业。这些单位普遍面临专业技术人员缺乏、技术指导不足等问题,导致种植过程高度依赖经验判断,技术试错成本高、失败风险大、推广难度大,严重制约了林下中药材种植产业的规模化和规范化发展。

3 发展建议

3.1 构建林草部门与中医药主管部门的林下中药材种植管理联动机制 建议国家和省级层面建立由林草主管部门牵头、中医药管理部门、农业农村部门等参与的联席工作机制,发挥各自优势,协同推进林下中药材产业高质量发展。一是中医药部门牵头提出药材需求导向与品种布局建议,林草部门在开展林地适宜性评估基础上,落实用地空间,实现“种什么、种在哪、销哪里”的科学匹配。二是联合制定林下中药材的种植技术规程、采收加工标准和质量追溯体系,推动产地质量可控。三是探索林下中药材种植纳入林草工程类项目或中医药产业支持范围,推动财政资金、科技推广资源、基地建设统筹使用;四是联合开展林下中药材技术集成示范、科技人员双向挂职、实用技术培训和科技下乡等行动,积极培育乡土专家,推广科技特派员联农机制等,提升基层实施能力。

3.2 提升林下中药材种植与市场需求匹配能力 一是严控规模、防止重复种植、盲目跟风等低水平扩张。二是鼓励药企、连锁药房、保健产品企业与林场、合作社签订定向订单协议,形成稳定的采购需求预期,支持建设一批“订单定品种、基地保供”的林下中药材标准化生产基地,打造“龙头企业+基地+农户”“合作社+农户”等联结机制,减少产后滞销风险。三是依托中药材信息平台,完善重点品种的种植面积、产量、库存、价格等动态监测机制,对价格波动剧烈、市场饱和的品种及时发布预警信息,指导林场和林户科学安排种植计划。

3.3 构建适用于林下中药材种植的独立技术体系 基于林下中药材种植的环境、技术和管理要求的特殊性,建议筹建林下中药材种植标准委员会,建立和发布林下种植的系列标准。一是建立林地郁闭度的分级体系和中药材适宜性描述,即根据林地的郁闭度和中药材的光需求,建议分为4级。①<0.3:适宜大多数喜阳品种;②0.3~0.5:适宜大多数耐阴品种;③0.5~0.7:适宜大多数喜阴品种;④0.7~0.9:适宜极喜阴品种或部分真菌类品种。同时每种药材应明确适宜的郁闭度范围,而同一药材的多个基原的郁闭度适宜范围是不同的,如箭叶淫羊藿和柔毛淫羊藿的郁闭度适宜范围为0.5~0.7,朝鲜淫羊藿为0.4~0.6,(心叶)淫羊藿为0.3~0.5,有的物种甚至不同的栽培品种适宜的郁闭度不同,如多

花黄精的新品种“闽选多花1号”较其他多花黄精种源需要更高的郁闭度。二是针对林下种植与大田种植的条件和作业方法有较大的不同,应在深入系统研究的基础上,建立中药材林下种植的技术通则,包括但不限于公益林、天然林和商品林区别对待的基础上,构建生态化培育、清洁化生产和资源循环利用模式,化肥、农药、饲料等投入品使用标准,实现对于森林资源、水土流失、生物多样性等最小影响;以及建立常用中药材的林下种植规范,包括但不限于林地选择和种植模式,如适合的林木类型(常绿/落叶、针叶/阔叶、适宜树种列表)、郁闭度范围、坡度和坡向等,针对不同树种、树龄、株行距的种植模式,以及适宜于林地的播种方法、种植密度、施肥方法、防草除草方法、采收方法等。

3.4 加强以市场为导向的林下中药材种植研究 针对林下中药材种植科技研究和产业发展态势相比严重滞后的问题,一是重点开展人工林林下种植研究,如针对主要造林树种,东北落叶松林、华北油松林和杨树林,华中、西南和华东的杉木林和马尾松林,华南的桉树林等,以及国家主要发展的木本油料树种核桃、油茶等,可以大面积利用此类林地,具有良好的推广价值,也易于发展相关的配套技术和机械。二是优先开展具有发展迫切性、药食同源、喜阴、藤本类中药材品种,如人参属的人参、三七和西洋参3种药材,连作障碍十分严重,20~30年不能重茬,传统产区已无耕地可种,向外迁移一方面影响道地品质,另一方面仍然受到耕地的限制,因此具有发展迫切性;药食同源的品种需求量大,并有较大的市场拓展空间,产品开发门槛低,能带来较好的连带经济收益,如黄精、天麻、石斛等;藤本类品种本身具有良好的林下生长习性(如苗期喜阴,成年期较为喜阳),也需要林木作为攀爬介质,如鸡血藤、滇鸡血藤、五味子、木通等;大多数喜阴的品种,适应于郁闭度大的林地,可选择林地较多,因此也值得优先发展,如重楼、淫羊藿、金毛狗脊等。三是培育具有更强耐阴性的林地适宜新品种,大多数药用植物的种植群体与野生群体遗传多样性接近,丰富遗传多样性提供了良好的新品种培育潜力,基于种质资源需求的评价筛选,培育耐阴性品种也应是未来的发展方向。四是加强林木种类和中药材品种的间作效益研究,作物之间的互作增效是近年国际的主要研究主题,林药间作种植模式下,树木和中药材之间通过对复合系统地上(光、温、湿)、地下(水分和养分)空间资源的竞争或互补^[3-4],形成新型的生态系统,如何实现资源高效利用、生态效益增强及药材品质提升,近年已有不少的研究案例^[5-7]。然而,林药间作研究相对于农业作物间作效应研究仍处于初步阶段,相关理论研究相对薄弱,需加强关于间作模式的种间互作机制^[8]、根系空间分布^[9]、生理响应机制^[10]方面的研究深度。五是加强适合林下种植的技术研发,如播种方法,移栽为主改为直播为主;林地喷灌系统应解决因林木遮挡带来的喷灌不均匀性,滴灌系统要解决因坡度带来的滴出量控制难题,研发具有维护林下生态效益的轻量级肥料

和农药等。六是挖掘和发展少常用品种和乡土特色品种,针对中药材常用品种的需求规模有限,可大力发展多种地方特色中药材、民族药材及乡土特色经济作物等,当前我国的民族药和地方习用品也存在显著的野生资源不足,供应断档的问题,如藏族药常用的藏茵陈(川西獐牙菜 *Swertia mussotii* 等)、手参 *Gymnadenia conopsea*、独一味 *Lamiophlomis rotata* 等,贵州习用品种吉祥草 *Reineckia carnea*、红花龙胆 *Gentiana rhodantha*、毛大丁草 *Gerbera piloselloides*、福建的建砂仁(山姜 *Alpinia japonica*)等;外来的新食品原料物种如星油藤(美藤果 *Plukenetia volubilis*)、明日叶 *Angelica keiskei* 等,以及珍贵乡土经济作物,如福建的乡土小白茶品种漳墩小白茶等。

3.5 建立林下种植生产中药材质量的认证体系和监管体系
一是基于林下中药材种植具有一定的质量优势建立对林下种植药材质量认定的普适性标准及认证体系,获得认定的林下生态种植生产的药材可享受优质优价,提高行业对林下高品质药材的认知,解决林下种植药材高投入低产出的矛盾。目前的道地药材、地理标志、GAP、三无一全、有机认证等均为局部性或特殊性,难以普遍应用于林下种植药材。二是在认证的基础上,抓好包括良种选育、种苗繁育、种植过程、采收加工等影响药材品质的核心环节,建立统一的技术标准、验收规范和质量溯源机制。三是基于认证的中药材参与政府采购、医疗机构使用、药品企业收购,作为前置条件,推动林下中药材从生产、流通到应用的良性闭环。

3.6 加强林下中药材发展用地和配套设施保障 明确林下中药材发展所需用地指南与使用方式,对公益林、商品林等不同类型林地在线下中药材种植中的利用权限和配套设施建设权限进行分类管理。推动将林下中药材种植配套的直服设施和供水、供电等辅助设施相关用地纳入直接为林业生产经营服务的工程设施用地管理,对低影响、临时性设施(如简易晾晒棚、育苗池、初加工场地等)简化手续。支持建设区域性中药材仓储、烘干、初加工、冷链物流等共享设施平台。

研发适合林下作业的小型耕地机、播种机、施肥机、除草剂、采收机等也应提上日程,可以根据当前的适宜林下种植的主要林地和区域顺序开展。

[参考文献]

- [1] 郭宝林,潘诚,李娅妮,等. 2023—2024年中国黄芪种植产业调研报告[J]. 中国现代中药, 2025, doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20250314007.
- [2] 刘思奇,吴得华,王红阳,等. 中药材生态种植主要模式类型特征及发展建议[J]. 中国现代中药, 2025, 27(1): 1.
- [3] 文定梅,张洪彪,秦凤园,等. 林下环境因子对药用植物林下种植的影响[J]. 中国中药杂志, 2025, 50(5): 1164.
- [4] 罗华龙,吴桐,蒙享,等. 林药复合经营模式对土壤生态的影响[J]. 世界林业研究, 2024, 37(5): 37.
- [5] 许芳,吕泽良,杨莉,等. 防风林药间作生态种植对药材产量和质量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2025, doi:10.13327/j.jjlau.2024.1686.
- [6] 王先棒,韩强,林明平,等. 光照条件对林药套种小气候和草豆蔻生长及品质的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2024, 44(10): 55.
- [7] 张洪彪,文定梅,秦凤园,等. 林下环境因子对柔毛淫羊藿产量和含量动态变化的影响特征[J]. 中国中药杂志, 2025, 50(22): 6309.
- [8] YIN S, CHEN X L, PITON G, et al. The complementarity hypothesis reversed: root trait similarity in species mixtures promotes soil organic carbon in agroecosystems[J]. Soil Biol Biochem, 2025, 203: 109736.
- [9] ZAMPIERI E, SILLO F, CUCU M A, et al. Insights into the influence of intercropping and arbuscular mycorrhizal inoculation on two modern durum wheat cultivars and their associated microbiota[J]. Biol Fert Soils, 2025, 61(1): 85.
- [10] YANG H, XU H S, ZHANG W P, et al. Intercropping generates trait plasticity, which corresponds with year-to-year stability in productivity[J]. J Appl Ecol, 2025, 62(3): 566.

[责任编辑 马超一]