

《中药材林下高效栽培效益评价技术规程》 团体标准编制说明

一、工作简介

(一) 任务来源

近年来，随着中医药产业的蓬勃发展，人民群众对优质中药材的需求量日益增加。据统计，2024年我国中草药种植市场规模已从2019年的1563亿元增长至2956.82亿元，同比增长率高达30.2%。然而，野生中药材资源因过度采挖和生态环境破坏而不断减少。在此背景下，林下种植中药材模式应运而生，既能充分利用林下闲置空间，实现“林药共生”，又能保护生态环境，提高土地利用率和经济效益，成为中药材产业可持续发展的重要方向。

多花黄精、灵芝、铁皮石斛作为南方林下极具特色和开发潜力的药材，在食品、保健品、药品等领域具有重要地位。然而，当前针对多花黄精、灵芝和铁皮石斛林下复合种植模式尚缺乏系统、规范的评价技术标准，导致种植效益难以科学评估，制约了产业的规范化与规模化发展。

具体存在的问题如下：

1. 缺乏统一的效益评价体系

目前，林下药用植物的评价多侧重于单一作物的产量或成分，缺乏对复合系统中生态、经济与社会效益的综合评价。

不同种植主体在评价指标与方法上存在较大差异，数据难以比较与共享，影响了技术的推广与优化。

2. 生态与品质协同机制不明确

林下环境因子复杂多变，对药用植物的生长发育及次生代谢产物（如多糖、黄酮、皂苷等）积累具有显著影响。现有研究虽已关注到林地环境与药材品质的关联，但在复合种植模式下，物种间相互作用、微生物群落变化等对药材品质形成的机制尚不清晰，缺乏系统评价。

3. 产业标准化需求迫切

福建省农业科学院已牵头制定多项药材种苗繁育与栽培技术规程，如《多花黄精栽培技术规程》《铁皮石斛林下栽培技术规程》《灵芝林下生态种植技术规程》等，但在复合种植系统的效益评价方面仍属空白。建立科学、统一的效益评价技术规程，是实现“林—药”系统优化、推动产业从粗放种植向标准化、品牌化转型的迫切需求。

4. 政策与市场双向驱动

国家林业和草原局在《全国林下经济发展指南》中明确倡导林下中药材生态种植、野生抚育与仿野生栽培模式。同时，随着中医药产业高质量发展与乡村振兴战略的深入实施，建立复合种植效益评价标准，有助于实现“优质优价”，提升南方特色中药材的区域品牌竞争力。

（二）主要工作过程

1. 申报阶段

2025年1月，福建省林业科学技术推广总站牵头成立了标准起草组。标准起草组收集整理相关资料，整合前期研究基础，开展福建省主产区林下复合种植模式系统调研，完成生态、经济及社会效益三类评价指标的筛选与权重确定，建立综合评价体系，形成标准初稿。

2025年7月-9月，组织专家论证，邀请科研院所、高校及龙头企业专家对标准初稿进行研讨，根据论证意见修改完善标准文本。

2025年10月，向福建省林学会提出团体标准《中药材林下高效栽培效益评价技术规程》的立项申请，同月获批立项。

(三) 主要起草人及其所做的工作

主要起草人负责组织开展必要的资料收集分析、实地调研、专家研讨等工作，并协调做好标准申报工作、编写起草工作、征求意见工作、送审工作。

二、制定标准的原则和确定标准主要内容

(一) 制定标准的原则

本标准的制定符合中药材林下高效栽培效益评价的需要，本着先进性、科学性、合理性的原则以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

本标准起草过程中，主要按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行

编写。

（二）确定标准主要内容的依据

1. 本文件规定了中药材林下高效栽培效益评价的术语和定义、评价原则、评价指标体系、评价方法、评价程序与报告编制。

2. 本文件适用于对多花黄精、灵芝、铁皮石斛等中药材在林下复合种植模式下的综合效益进行科学、系统评价。

术语和定义

3. 下列术语和定义适用于本文件。

3. 1 林下复合种植

利用林地的自然遮荫、温湿度等环境条件，在林木行间或林下空地，将两种或两种以上药用植物进行立体配置的一种栽培方式。

3. 2 效益评价

对林下复合种植系统在生态、经济及社会三个维度上所产生的影响与价值进行系统性量化和分析的活动。

3. 3 生态效益

林下复合种植系统对生态环境产生的正面影响，包括对生物多样性、土壤质量、小气候及病虫害控制的改善作用。

4 林下复合栽培技术

利用福建省特有的林地环境和气候条件，结合多花黄精、灵芝、铁皮石斛的生长特性，充分挖掘林下可利用空间，开展中药材林下复合种植技术研究，实现“林药共生”，在提升复合种植的中药材质量的同时，提高林下土地利用率和经济效益。

4.1 多花黄精高效栽培技术

多花黄精 *Polygonatum cyrtomema* Hua. 为百合科黄精属多年生草本植物，喜阴耐寒，自然生长于林下及山地灌丛中。

多花黄精适宜林下仿野生栽培，种植时宜选择 pH 值为 6~7 的土壤，以排水和保水性能良好的壤土或砂质壤土较佳，并且地块具备荫蔽湿润、土层深厚、疏松肥沃的特点；种苗可用根茎繁殖或者种子繁殖；移栽时，应设置行距为 40 cm，株距为 20 cm，栽种多花黄精苗 52 500~60 000 株 · hm⁻²，同一地块的种苗最好大小一致，便于后期管理和采收。穴深 8~10 cm，每穴放入多花黄精种苗 1 株，平摆放置，顶芽朝上，用土覆平后再在上面用稻草等秸秆覆盖。在种植期间配施氮、磷、钾肥（N、P₂O₅ 和 K₂O 施用量分别为 160、160、80 kg · hm⁻²）能提高多花黄精的产量、根茎多糖和皂苷含量。

4.2 铁皮石斛关键栽培技术

铁皮石斛 *Dendrobium officinale* Kimura & Migo 是兰科石斛属珍贵药用植物，自然生长于海拔 1600 m 以下的半

阴湿岩石表面，为典型附生植物，需温暖湿润、通风良好的半阴环境，忌高温、严寒及积水，无法在普通土壤中正常生长。

铁皮石斛仿野生贴树栽培技术包括选择当地适生的种苗品种，苗龄以驯化1年到1年半为佳，每丛种苗5~8个芽，主茎长15 cm、粗0.4 cm以上，根系数量不少于10条。场地应选气候凉爽、湿度较大、空气流通的林地，人工林或天然林均可，以南向坡地为佳。附树树种应具备树皮粗糙、不易脱落等特性，如樟树、核桃等，以利于种苗固定、调节光照、维持水分及促进菌根真菌共生。栽种时间以春季为宜，通常在夜间最低气温稳定高于10℃时进行。固定方式采用从上而下捆绑，宜选用麻绳、遮阳网等环保且富有弹性的材料，种苗根部可绑缚保水材料或栽培基质以增强保湿能力。栽培基质应选用复合型配方，以树皮为主料，并根据实际环境湿度调整辅料组成。在环境因素方面，光照过强时可将种苗固定于树木背阴面，湿度不足时需及时补充外源水分。

4.3 灵芝栽培关键栽培技术

灵芝 *Ganoderma lucidum* 隶属于担子菌门灵芝科灵芝属。

灵芝的仿生态栽培技术主要包括以下环节：栽培场地应选择阴凉、潮湿、通风良好且环境稳定的林下，松树林、杉树林或竹林均为适宜类型。同时，场地需保证靠近水源且位

于地势较高处，以避免积水。作为中高温型真菌，灵芝菌丝生长及出菇的最适温度为 25~30℃。因此，南方地区袋栽灵芝可在 3~6 月接种，段木栽培则需 10 月砍树、11 月接种。原料搭配方面，段木栽培宜选栓皮栎、麻栎等阔叶树段木，袋料栽培则以杂木屑为主，采用杂木屑 78%、麸皮 20%、蔗糖 1%、碳酸钙 1% 的配方；装袋灭菌时，段木需选直径 15~20 cm 的，砍伐后自然放置 1 个月至含水量达 65% 左右再装袋，之后进行常压 100℃、持续 12~16 小时的灭菌处理；在无菌环境下，袋温降至 30℃ 以下，用 75% 酒精对菌种袋壁消毒后即可接种；菌包培养要在干燥黑暗且通风的培养室内进行，将温度控制在 20~32℃、湿度保持在 60% 左右，以促进菌丝生长；最后覆土出芝环节，需选用疏松且腐殖质含量高的土壤，喷水湿透后覆盖一层细枯枝败叶来保水保温。

4.4 多花黄精、铁皮石斛和灵芝的高效栽培模式

4.4.1 分层复合种植——上层多花黄精、下层灵芝与铁皮石斛间作

在林地中，先按行距 30~40 cm、株距 20~30 cm 种植多花黄精。在靠近地面的林下空间，搭建栽培床种植铁皮石斛，栽培床高 20~30 cm，宽 1~1.2 m，内填充树皮、木屑、苔藓等栽培基质；同时，在林间空旷处或边缘地带，采用熟料或生料栽培灵芝。

4.4.2 带状复合种植

将林地划分成若干条带，每条带内分别种植不同药材。例如，一条带种植多花黄精，相邻条带种植灵芝和铁皮石斛。条带宽度根据林地实际情况和药材种植需求确定，一般为2~3 m。这种模式便于田间管理和机械化作业。

4.5 林下复合栽培条件

4.5.1 光照需求互补

多花黄精耐荫性较强，适宜在郁闭度较高的林下环境生长；灵芝和铁皮石斛虽也喜阴，但在生长过程中对光照有一定要求，可利用林分经适当疏伐或修枝后，在不同层次的光照差异中进行搭配种植。

4.5.2 土壤条件适配

3种药材都偏好疏松、肥沃、排水良好的土壤。在进行复合种植前，需检测土壤肥力和酸碱度，必要时进行土壤改良，以满足四种药材的生长需求。例如，可通过添加有机肥来改善土壤结构和肥力。

4.5.3 生长期协调

多花黄精为3~5年；灵芝生产周期相对较短，在适宜条件下，从接种到采收一般2~3个月；铁皮石斛种植2~3年后可采收。可根据其生长周期的长短，合理安排种植顺序和空间布局，充分利用林地资源。

5 评价原则

5.1 效益评价应遵循以下原则

5.1.1 科学性

评价指标与方法应基于可靠的生态学、经济学原理和实地观测数据。

5.1.2 系统性

应全面考虑生态、经济和社会三大效益的相互作用与整体表现。

5.1.3 可操作性

评价程序应清晰，指标数据应易于获取、测量和计算。

5.1.4 导向性

评价结果应能为优化种植模式、提升综合效益提供明确指导。

6 评价指标体系

林下高效栽培效益评价指标体系由生态效益、经济效益和社会效益三类一级指标构成，其下设二级指标，见表1。

表1 林下高效栽培效益评价指标

一级指标	二级指标
生态效益	物种多样性指数
	土壤有机质含量变化率
	林地土壤侵蚀模数
经济效益	单位面积药材产量 (kg/hm ²)
	单位面积产值 (元/hm ²)
	投入产出比
社会效益	药材优质品率 (%)
	当地就业带动人数
	技术培训与推广场次

	区域品牌价值提升度(定性评价)
	示范带动面积 (hm ²)

7 评价方法

7.1 生态效益评估

7.1.1 物种多样性指数

采用 Shannon-Wiener 指数 (H') 进行测算, 公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

式中: S 为物种总数目; $p_i = n_i/n$, n_i 为第 i 个物种的个体数, n 为所有物种的个体总数。

7.2 经济效益评估

7.2.1 单位面积产值

$$M_1 = S \times I$$

式中, M_1 为单位面积产值, 单位为元每公顷 (元/hm²); S 为单位面积主产品产量, 单位为千克每公顷 (kg/hm²); I 为主产品平均销售单价, 单位为元每千克 (元/kg)。

7.2.2 投入产出比

$$M_2 = M_1 / C$$

式中, M_2 为投入产出比; C 为单位面积总成本, 单位为元每公顷 (元/hm²)。

7.3 社会效益评估

7.3.1 带动当地就业人数

通过实地调研与统计，获取评价期内因林下药材种植项目而新增的固定与临时就业人数。

7.3.2 技术培训与推广场次

统计评价期内围绕该林下种植模式组织或开展的中药材林下复合栽培专题技术培训、中药材现场观摩会的次数。

8 评价程序

8.1 成立评价小组

评价小组应由栽培、生态、经济、药用植物等领域的专业人员组成。

8.2 数据采集

通过田间实地调查、样品实验室检测、市场调研、管理档案查阅及问卷调查等方式，系统收集 6 中各项指标的基础数据。

8.3 数据分析与综合评分

对采集的数据进行整理与计算。可采用层次分析法（AHP）等确定各指标权重，构建综合评价模型，计算综合效益分值。

8.4 编制评价报告

评价报告应包含评价对象与方法、数据来源、各项指标计算结果、综合效益评价结论、存在问题及优化建议等内容。

三、主要试验（或验证）的分析报告、相关技术和经济影响论证、预期的社会经济效益

起草单位已开展七叶一枝花、多花黄精、灵芝、铁皮石斛等 4 种药用植物复合栽培技术规程的制定和发布，为本标

准的制定提供了扎实的研究基础。

（一）已完成的文章

1. 林下 4 种药用植物复合栽培技术规程

在系统梳理七叶一枝花、多花黄精、灵芝、铁皮石斛等 4 种药材单一栽培技术成果与实践经验的基础上，结合福建省林地生态条件与气候特征，归纳林下复合栽培的技术要点，制定了七叶一枝花、多花黄精、灵芝与铁皮石斛的林下复合栽培技术规程，旨在为福建省林下药材的高效、绿色生产提供技术依据，推动中医药产业与林业生态协调发展。

2. 南方林下 4 种特色药材优质种源与高效栽培关键技术研究进展

聚焦南方林下七叶一枝花、多花黄精、灵芝、铁皮石斛等 4 种特色药材，系统梳理其优质种质资源评价与高效栽培关键技术的研究进展，并进一步明确了各药材林下适宜的土壤、光照、水肥等栽培条件，形成锥栗-多花黄精、杉木-七叶一枝花、龙眼-铁皮石斛、葡萄-灵芝等复合种植模式。在此基础上，提出未来需强化优质种质创新、集成栽培技术标准，为南方林下药材产业高质量发展提供理论支撑。

3. 点绿成金，大竹林下经济成为乡村振兴新引擎

以大竹镇为调查对象，探究当地林下经济的发展模式，为林下经济效益评价积累经验。大竹镇地处邵武市东部，总面积达 125 平方公里。其辖区内森林资源极为丰富，林地面积有 17.3 万亩，其中生态公益林 3.9 万亩，竹山 2.3 万亩，

森林覆盖率高达 81.19%。这里森林繁茂、土质肥沃，生态环境优越，发展林下经济优势显著、潜力巨大。近年来，大竹镇紧紧围绕林业改革发展这条主线，依据森林资源的独特禀赋，把黄精产业作为主攻方向，创新性地探索出“党委引领、科技赋能、三产融合”的林下经济发展模式。在镇党委、政府的统筹规划下，借助科技特派员的技术支持，协同推进三产融合发展，大竹镇成功将生态优势转化为发展优势，达成了生态效益与经济效益的双丰收，为全国林改背景下的乡村振兴提供了可复制的“大竹经验”。

（二）试验验证数据及统计分析

1. 间作七叶一枝花和灵芝对多花黄精根际土壤微生物群落及品质的调控效应

以多花黄精为对象，设单作（PC）为对照，设置多花黄精-七叶一枝花（PCPP）、多花黄精-灵芝（PCG）两种间作处理，通过探讨多花黄精单作及与七叶一枝花和灵芝间作种植对其产量、品质、土壤理化性质及根际微生物的影响。通过利用高通量测序技术测定不同间作模式下多花黄精根际土壤微生物的变化，以了解这些变化如何影响多花黄精的产量和品质。结果表明，间作对多花黄精的产量无显著性影响，但在品质方面，PCPP 模式显著提升品质，其根茎醇溶性浸出物、多糖含量分别较 PC 提高 2.8%、12.1%；而 PCG 模式有效成分含量则低于 PC。综上，间作通过“土壤养分-微生物群

落”协同作用调控多花黄精品质，其中，PCPP模式在氮素维持与品质提升上优势显著，可作为南方林下多花黄精林药复合栽培的优选模式，为其可持续栽培提供理论支撑与技术参考。

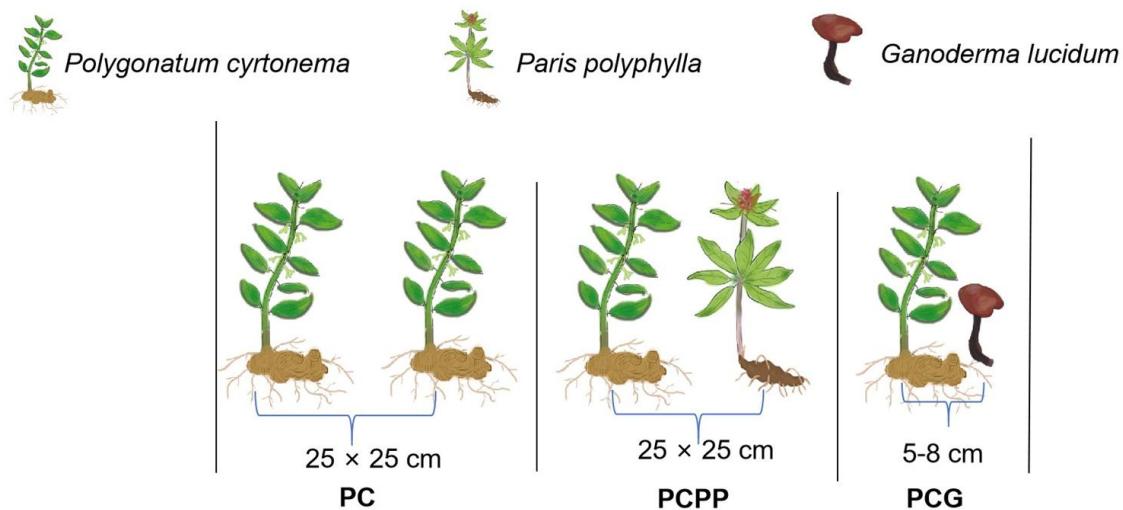


图 1 多花黄精间作模式图

表 1 不同间作模式下多花黄精农艺性状

	株高 Plant height(cm) ^a	茎粗 Stem diameter(mm) ^a	叶片数 Number of leaves ^a	地上部鲜重 Fresh weight of aerial parts(g) ^a	根重 Root weight(g) ^a	根茎长 Rhizome length(mm) ^a	根茎粗 Rhizome diameter(mm) ^a	根茎鲜重 Fresh weight of rhizome(g) ^a	叶长 Leaf length(cm) ^a	叶宽 Leaf width(cm) ^a	白根数 Number of white roots ^a	白根比例 Proportion of white roots ^a
PC ^a	99.55±22.91a ^a	10.03±1.57a ^a	17.67±3.67a ^a	34.25±3.98a ^a	6.61±1.63a ^a	164.43±22.61a ^a	55.60±8.61a ^a	137.25±27.66a ^a	19.44±1.13a ^a	6.82±1.17a ^a	15.25±1.28a ^a	0.56±0.11a ^a
PCPP ^a	90.45±12.35ab ^a	9.30±1.33ab ^a	17.17±3.54a ^a	20.93±6.68ab ^a	5.26±1.92ab ^a	138.57±19.05a ^a	48.90±7.32ab ^a	121.46±13.56a ^a	17.24±1.78a ^a	5.90±0.94a ^a	17.25±1.38a ^a	0.68±0.08a ^a
PCG ^a	66.75±13.29b ^a	7.80±1.72b ^a	11.67±1.37b ^a	15.95±0.81b ^a	5.12±3.70b ^a	137.97±26.14a ^a	32.80±4.35b ^a	102.00±13.68a ^a	17.46±2.46a ^a	6.18±1.23a ^a	17.00±1.87a ^a	0.53±0.14a ^a

表 2 不同间作模式下多花黄精有效成分含量

	醇溶性浸出物 ^a		多糖 ^a Polysaccharides(g·100g ⁻¹) ^a
	Alcohol-soluble extractives(%) ^a		
PC ^a	78.10±0.10b ^a		8.68±0.30b ^a
PCPP ^a	80.30±0.10a ^a		9.73±0.20a ^a
PCG ^a	75.60±0.00c ^a		8.40±0.20b ^a

2. 综合间作对七叶一枝花根际土壤微生物群落及品质

的调控效应

以单作（PP）为对照，设置七叶一枝花-多花黄精间作（PPPC）和七叶一枝花-灵芝间作（PPG）两种处理，通过测定药材产量、品质、土壤理化性质及根际微生物（基于 ITS+16S RNA 高通量测序）分析间作对七叶一枝花生长及品质的影响。结果表明：单作模式下，重楼皂昔VII含量下降 30. 0%以上；PPG 模式七叶一枝花产量、重楼皂昔VII及总皂昔含量分别提高 51. 1%、34. 2%和 30. 6%；PPPC 模式七叶一枝花的重楼皂昔 II 含量提高 20. 0%。此外，七叶一枝花-多花黄精（PPPC）和七叶一枝花-灵芝（PPG）间种模式通过改善土壤理化性质、优化根际微生物群落结构，影响七叶一枝花活性成分积累及产量。基于此可选择目标性间作模式：以总皂昔和产量为导向，选择“PPG”模式（灵芝伴生）靶向提升重楼皂昔VII；以多组分平衡为目标，选择“PPPC”模式（多花黄精伴生）实现皂昔谱系整体优化。PPG 等间作模式可作为七叶一枝花“植物-微生物联合修复”的优选模式。

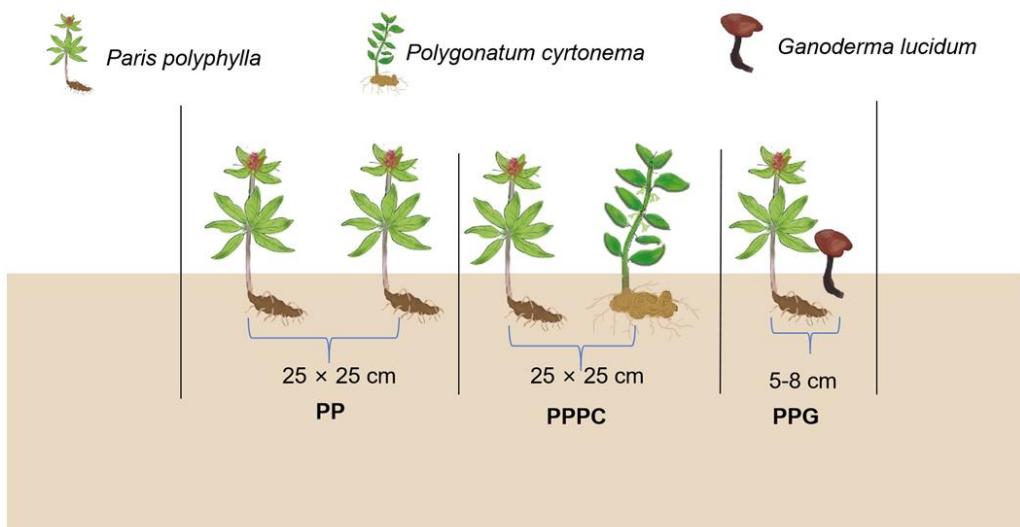


图 2 不同间作模式图

表 3 不同间作模式下七叶一枝花农艺性状

组别 ^②	株高 ^④ height/(cm) ^③	花梗长 ^④ length/(cm) ^③	地上茎粗 ^④ diameter/(mm) ^③	叶片数 ^④ Number ^③	花萼片数 ^④ Number ^③	地上部鲜重 ^④ Fresh weight ^③	根重 ^④ Root ^③	根茎长 ^④ Rhizome ^③	根茎粗 ^④ diameter/(mm) ^③	根茎鲜重 ^④ Fresh weight ^③	叶长 ^④ length/(cm) ^③	叶宽 ^④ width/(cm) ^③	白根数 ^④ white roots ^③	白根比例 ^④ Proportion of white roots ^③
CK ^②	90.05±17.23a ^③	14.85±1.34a ^③	9.00±1.64a ^③	6.50±1.05a ^③	4.50±0.76a ^③	34.16±4.41a ^③	3.70±0.49a ^③	146.74±27.31a ^③	51.33±9.32a ^③	60.91±8.53ab ^③	18.80±1.06 ^③	6.48±0.91a ^③	19.20±1.64a ^③	0.49±0.10a ^③
PPPC ^②	76.55±13.83a ^③	14.05±1.53a ^③	7.96±0.71a ^③	6.50±0.55a ^③	5.33±0.52a ^③	23.46±1.97a ^③	2.48±0.37a ^③	148.31±9.10a ^③	56.93±9.43a ^③	42.93±8.00b ^③	17.45±1.29a ^③	6.00±1.19a ^③	12.80±1.17a ^③	0.48±0.10a ^③
PPG ^②	82.19±17.82a ^③	11.85±1.42a ^③	8.14±1.3a ^③	6.67±0.82a ^③	5.00±0.81a ^③	31.51±3.85a ^③	4.30±0.73a ^③	173.23±12.10a ^③	60.07±11.83a ^③	92.16±10.06a ^③	19.30±1.57a ^③	6.09±1.67a ^③	22.40±2.41a ^③	0.72±0.13a ^③

表 4 不同间作模式下七叶一枝花有效成分含量

组别 ^②	酸不溶性灰分 ^④ ash(g·100g ⁻¹ · DW) ^③	重楼皂苷I ^④ I(% · DW) ^③	重楼皂苷II ^④ II(% · DW) ^③	重楼皂苷VII ^④ VII(% · DW) ^③	总重楼皂苷 ^④ saponin(% · DW) ^③
	Acid-insoluble-	Polyphyllin-	Polyphyllin-	Polyphyllin-	Total-
CK ^②	0.060±0.010c ^③	0.019±0.001a ^③	0.045±0.001b ^③	0.770±0.010c ^③	0.834±0.001c ^③
PPP	0.270±0.000a ^③	0.012±0.001b ^③	0.054±0.000a ^③	0.782±0.001b ^③	0.848±0.000b ^③
PPG ^②	0.150±0.010b ^③	0.020±0.000a ^③	0.037±0.001c ^③	1.033±0.001a ^③	1.089±0.001a ^③

四、与有关的现行法律、法规和国家标准、行业标准、福建省地方标准的关系
本标准与有关的现行法律、法规和国家标准、行业标准、福建省地方标准协调一致。

未检索出与中药材林下高效栽培效益评价相关国家或行业标准。

五、重大意见分歧的处理结果和依据

无。

六、提出标准实施的建议

为了使该标准的制定能尽快应用于中药材林下栽培生产实践，建议标准发布后，要做好宣传培训、加大贯彻实施和建立检查监督机制等工作。一是加大宣贯力度。利用报纸、电视、电台等各种新闻媒体，组织行业从业人员开展培训宣传，为标准的实施营造良好的社会氛围。二是加强标准实施评价。对在标准实施过程中发现的问题及提出的意见，要进行深入探讨和研究，做好标准的修订和完善工作。

七、其他应予说明的事项

无。

《中药材林下高效栽培效益评价技术规程》

团体标准编制组

2025年10月13日