

毛竹林下灵芝栽培品种筛选研究

田苏奎¹, 柳新红², 蒋俊³, 潘永柱⁴, 曾凡清³, 杜平海¹, 丁利超¹, 应国华³,

吕明亮³

(1. 缙云县林业技术推广站, 浙江 缙云 321400; 2. 浙江省林业技术推广总站, 浙江 杭州 310004; 3. 丽水市农林科学研究院, 浙江 丽水 323000; 4. 丽水市林业技术推广总站, 浙江 丽水 323000)

摘要: 为了筛选出更适合毛竹 *Phyllostachys edulis* 林下栽培的灵芝 *Ganoderma lucidum* 品种, 选用丽水大田灵芝主栽品种‘灵芝 119’和‘灵芝 19’为对照, 以‘灵芝 29’‘灵芝 39’为筛选品种, 用菌丝生长速度、灵芝孢子粉子实体产量、三萜多糖含量等指标进行评价。结果表明, ‘灵芝 29’具有发菌快, 孢子粉产量高的优点, 其孢子粉多糖、三萜含量比‘灵芝 119’分别高 25.73%、3.83%, 是毛竹林下收获孢子粉的灵芝栽培优选品种; 野生筛选的品种‘灵芝 39’, 虽然产量比‘灵芝 19’低 2.83%, 但其子实体中的三萜含量是‘灵芝 19’的 7.88 倍, 是毛竹林下收获子实体的灵芝栽培优选品种。

关键词: 灵芝; 毛竹林下栽培; 品种筛选; 评价

中图分类号: S567.3⁺¹; S795.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2023)06-0045-06

Experiment on Cultivation of *Ganoderma lucidum* Cultivar Under Bamboo Forest

TIAN Sukui¹, LIU Xinhong², JIANG Jun³, PAN Yongzhu⁴, ZENG Fanqing³, DU Pinghai¹, DING Lichao¹, YING Guohua³, LU Mingliang³

(1. Jinyun Forestry Extension Station of Zhejiang, Jinyun 321400, China; 2. Zhejiang Forestry Extension Administration, Hangzhou 310020, China; 3. Lishui Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Zhejiang, Lishui 323000, China; 4. Lishui Forestry Extension Station of Zhejiang, Lishui 323000, China)

Abstract: Experiments were conducted on selection of cultivars of *Ganoderma lucidum* for cultivation under bamboo forest in Jinyun, Zhejiang province. Two cultivars, *G. lucidum* ‘29’ and *G. lucidum* ‘39’ were compared with *G. lucidum* ‘119’ and *G. lucidum* ‘19’ as controls. The results showed that *G. lucidum* ‘29’ had advantages of fast germination, high spore powder yield, and 25.73% and 3.83% higher of polysaccharide triterpenes content than *G. lucidum* ‘119’. Although the yield of *G. lucidum* ‘39’ was 2.83% lower than that of *G. lucidum* ‘19’, but the triterpenoid content in fruit body was 7.88 time of *G. lucidum* ‘19’.

Key words: *Ganoderma lucidum*; under bamboo forest; selection of cultivar; evaluation

灵芝 *Ganoderma lucidum* 是一种名贵的药用真菌, 具有抗肿瘤、护肝、抗病毒、抑菌、抗氧化等多种药效, 民间称之为“仙草”。随着灵芝药用功效被不断发现和证实, 以及人们保健意识的不断提高, 对灵芝及其产品的需求量也逐年大幅增加^[1], 这一现象促进了灵芝人工栽培规模的扩大。灵芝栽培模式也从段木大田栽培向林

收稿日期: 2023-07-01; 修回日期: 2023-10-11

基金项目: 浙江省林业科技推广和标准化示范资金项目(浙财资环〔2021〕68号); 宁波科技创新 2025 重大专项(2019B100020); 丽水市重点科技项目(2019ZDYF14)

作者简介: 田苏奎, 高级工程师, 从事森林资源培育和林地经济研究及推广; E-mail:tsk19660579@sina.com。通信作者: 吕明亮, 教授级高工, 从事食药菌育种和栽培技术研究; E-mail:lvkm@163.com。

下栽培方式扩展。灵芝的林下栽培因其不受农田面积限制、环境质量优良、产品品质高^[2]等优点而越来越受到重视。林下灵芝段木栽培主要技术来源于大田段木栽培,其主栽品种也是从常规段木栽培中引入。目前,有高灵芝多糖和三萜含量的适合精深加工专用的灵芝品种^[3]、灵芝盆景专用品种^[4-5]的选育研究,还没有专门适于林下栽培灵芝品种的研究。同时,灵芝林下栽培因受地理位置、海拔、气候、土壤等生态环境条件影响,以及山地林下栽培设施相对简化,并进行适度连作,与传统的大田栽培模式有显著的不同。在毛竹 *Phyllostachys edulis* 林进行灵芝栽培同样需要适宜在毛竹林山地下栽培的专用灵芝品种,因此,开展毛林下灵芝栽培品种的筛选,通过在毛竹林下的全程栽培考察,以菌丝生长态势、灵芝子实体和孢子粉产量,产品的多糖和三萜含量等作为评价指标,对灵芝专用品种进行筛选研究,为毛竹林下灵芝栽培提供技术支持,助推毛竹林下灵芝栽培产业发展。

1 材料和方法

1.1 供试品种

试验所用灵芝品种共 4 种,分别为‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 29’和‘灵芝 39’。

‘灵芝 119’:引自龙泉市谢良明灵芝菌种场,是目前龙泉灵芝大田段木栽培的主要品种,为对照品种;‘灵芝 19’:从浙江菇尔康生物科技有限公司基地栽培的‘灵芝 119’(种源来自龙泉市谢良明灵芝菌种场)中优选分离菌株,与‘灵芝 119’同源;‘灵芝 29’:由丽水市农林科学研究院从国内 30 余个灵芝品种中筛选出的品种;‘灵芝 39’:丽水市白云山森林公园灵芝野生种组织分离经筛选获得,丽水市农林科学研究院保存。

1.2 方法

1.2.1 不同灵芝品种菌丝生长速度比较

(1) 木屑基质菌丝生长速度比较

为考察菌丝生长速度,通过在人工配制的均一培养基上培育灵芝,对其生长速度进行检测,反映各菌株的菌丝生长性能。试验选用木屑培养基的配方为:杂木屑 74%、麸皮 25%、石膏粉 1%,含水量在 53%。采用折径为 15 cm×55 cm 的筒袋装料,常压灭菌培养料温度达 100 ℃,保持 11 h。料棒灭菌并冷却后分别接入‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 29’和‘灵芝 39’的菌种,每棒接种 4 孔,2021 年 12 月 26 日接种,后在大棚中培养,各品种随机抽取 8 支菌棒定时用记号笔划线,记录 1 月 21—29 日菌丝每日的生长距离,计算菌丝生长速度。

(2) 段木基质菌丝生长比较

段木基质选青冈 *Cyclobalanopsis glauca* 的木段,将其截成长约 20 cm 的段,用折径为 30 cm 的灵芝专用栽培筒装袋,100 ℃常压灭菌培养料,保持 48 h。2022 年 2 月 26 日分别接入‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 29’和‘灵芝 39’的菌种,观测记录菌丝生长情况,随机抽取 10 袋,采用菌丝生长覆盖段木表面积、杂菌污染数量进行评价。

1.2.2 不同灵芝品种的出芝率、孢子粉和子实体产量比较 将青冈木段按长度 20 cm 左右截成段,装入折径为 30 cm 灵芝专用栽培筒,两端用纤维绳扎好,100 ℃常压灭菌,保持 48 h。分别冷却后接入‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 29’和‘灵芝 39’的菌种,培养到菌丝发满袋后用于覆土出芝^[6]。

出芝试验点设置在丽水市缙云县新建镇丰山村竹林灵芝栽培基地,海拔 500 m,东南坡向的毛竹山,用挖机对毛竹林地进行水平带平整,水平带宽约 4.5 m,两侧留毛竹用于遮荫,中部 3.5 m 范围内毛竹采伐、挖去竹根与竹蔸,用竹条搭一宽 3 m,高 2 m 的栽培拱棚,棚上盖薄膜,薄膜上盖一层遮阳网,棚内松土深 30 cm,棚内做两条 1 米宽的阳畦,中部设一走道,宽 0.5 m,在每畦上挖两行深 18~20 cm 的凹槽,间距 10 cm,用利刀割破塑料袋取出灵芝菌段,按不同品种,依次卧放排列在凹槽内,每两个菌段间距 8~10 cm,空隙处填上土,然后在菌段表面铺上厚 2 cm 的细土。每一小区 22 段,每棒质量在 7 kg 左右,一个小区总质量在 155 kg 左右,随机排列,重复 3 次。

5 月 10 日菌丝发满菌袋,5 月 20 日脱袋覆土,到 6 月 8 日和 6 月 12 日,观测出芝情况,6 月 24 日通过疏芝,每一菌段留 1 朵灵芝,7 月 25 日对灵芝进行套筒集粉,经过近 2 个月的套筒集粉管理,于 9 月 22 日采收

灵芝和灵芝孢子粉，分别把灵芝和孢子粉在太阳下晒干，统计产量。

1.2.3 不同品种的子实体形态比较 从‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 29’和‘灵芝 39’段木栽培试验采收的灵芝中，从每个品种随机抽取 15 个灵芝子实体，对芝盖直径（纵径与横径的平均）、厚度（芝盖的边缘厚度），芝柄直径（柄粗）、长度（柄长）等外观数据进行检测，并对芝盖表面颜色进行比较。

1.2.4 不同品种的孢子粉多糖和三萜含量比较 ‘灵芝 19’是来源于‘灵芝 119’，又用相同的段木基质栽培，灵芝孢子粉具有相同品质，所以在检测时只选其中之一。选取‘灵芝 29’和‘灵芝 119’段木栽培采收的灵芝孢子粉烘干，按检测要求送谱尼测试集团上海有限公司，按《保健食品功效成分检测方法》（2011 年版）进行多糖与三萜含量检测^[7]。

1.2.5 不同品种的子实体三萜含量 选用‘灵芝 19’和‘灵芝 39’段木栽培采收的灵芝子实体，进行三萜含量测定，所检测的 17 种三萜类化合物分别是：烯酸 C、灵芝酸 C2、灵芝酸 G、烯酸 B、灵芝酸 B、烯酸 A、灵芝酸 A、灵芝酸 H、赤芝酸 A、烯酸 D、灵芝酸 D、灵芝酸 F、酮三醇、DM、灵芝醇 F、灵芝醇 B、灵芝醛 A，在丽水市农林科学院食用菌所分析实验室采用 HPLC（高效液相色谱仪）检测^[8]。

1.2.6 数据分析 采用 SPSS Statistics19 对试验数据进行统计分析，采用单因素方差分析各处理差异的显著性水平，采用最小显著差数法（ $P<0.05$ ，LSD）进行不同处理间均值的差异显著性比较。

2 结果与分析

2.1 不同灵芝品种的菌丝生长速度比较

2.1.1 不同灵芝品种在木屑基质上的菌丝生长速度 1 月 21—29 日，4 个灵芝品种在木屑基质上每日的菌丝生长量见表 1。由表 1 可知，4 个灵芝品种菌丝的平均生长速度差异明显，其中，‘灵芝 29’菌丝的生长速度最快，达 $4.98\pm0.32\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$ ，与其他 3 个品种菌丝的生长速度有显著差异（ $P<0.05$ ），较‘灵芝 119’快 34.6%，‘灵芝 19’‘灵芝 39’‘灵芝 119’间的菌丝生长速度无显著差异。

表 1 4 个灵芝品种 8d 的菌丝生长量
Tab. 1 Mycelium growth of 4 *G. lucidum* cultivars within 8 days

品种	菌丝 8 天的生长距离/cm								8 日平均生长距离/cm	生长速度/ ($\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$)	对比 /%
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 4	重复 5	重复 6	重复 7	重复 8			
‘灵芝 19’	2.80	2.90	2.90	3.00	2.80	3.10	3.10	3.30	2.99 ± 0.17	$3.73\pm0.22\text{b}$	+0.80
‘灵芝 29’	4.10	4.20	3.60	3.90	3.70	3.90	4.30	4.20	3.99 ± 0.25	$4.98\pm0.32\text{a}$	+34.60
‘灵芝 39’	2.60	2.90	3.10	3.10	3.40	3.30	3.20	3.10	3.09 ± 0.25	$3.86\pm0.31\text{b}$	+4.30
‘灵芝 119’	3.00	3.10	2.90	2.70	2.80	3.20	3.10	2.90	2.96 ± 0.17	$3.70\pm0.21\text{b}$	—

注：增长率数据分别为‘灵芝 19’‘灵芝 29’‘灵芝 39’与‘灵芝 119’的生长速度比较；同一列不同小写英文字母代表差异显著性（ $P<0.05$ ），下同。

2.1.2 不同灵芝品种在段木基质上的菌丝生长速度比较 于 2022 年 4 月 11 日，翻堆，挑出感染杂菌的袋包，估测菌丝覆盖面积，结果统计见表 2。4 个品种在段木基质中菌丝生长情况见表 2。表 2 可见，在木屑培养基菌丝生长最快的品种 29，在段木基质上菌丝生长同样最快（覆盖面积比例最大），其次分别为‘灵芝 19’‘灵芝 119’和‘灵芝 39’，与木屑基质排序略有不同；而且‘灵芝 29’的成品率高于‘灵芝 119’‘灵芝 19’‘灵芝 39’的成品率，说明菌丝生长快有助于提高菌包制作的成品率。

表 2 4 个灵芝品种菌丝覆盖面积及成品率
Tab. 2 Mycelium coverage area and yield of 4 *G. lucidum* cultivars

品种	接种数量/包	菌丝覆盖面积比例/%	无污染菌包数/包	有污染菌包数/包	制包成品率/%
‘灵芝 19’	260	65	246	14	94.6
‘灵芝 29’	210	85	209	1	99.5
‘灵芝 39’	240	55	227	13	94.6
‘灵芝 119’	950	60	878	72	92.4

2.2 不同灵芝品种的出芝率、孢子粉和子实体产量

2.2.1 不同灵芝品种的出芝率比较 对6月8日和6月12日的灵芝出芝情况观察,4个品种的出芝数和出芝率见表3。表3可见,从6月8日出芝数统计可以发现,‘灵芝29’和‘灵芝39’的出芝数较多,特别是‘灵芝29’表现更为明显,出芝相对较早;6月12日4个品种的出芝数量从多到少依次为‘灵芝39’‘灵芝119’‘灵芝29’和‘灵芝19’,但每个菌段都生长有1个以上灵芝,出芝率均达到100%,说明4个品种均具备生产所需的出芝能力。

表3 4个灵芝品种的出芝率
Tab.3 Germination rate of 4 *G. lucidum* cultivars

品种	覆土数/菌段	6月8日出芝数/朵	6月12日出芝数/朵	出芝率/%
‘灵芝19’	66	73	103	100
‘灵芝29’	66	89	106	100
‘灵芝39’	66	77	112	100
‘灵芝119’	66	69	108	100

注:出芝率是指菌段长出灵芝的能力,每一菌段都长出灵芝即为出芝率100%。

2.2.2 不同灵芝品种的孢子粉产量比较 表4可见,灵芝孢子粉的产量以‘灵芝29’最高,其次为‘灵芝39’、‘灵芝19’和‘灵芝119’‘灵芝29’孢子粉的平均产量为1080±36 g·段⁻¹,比对照‘灵芝119’的产量高12.3%,与对照‘灵芝119’和‘灵芝19’间存在显著差异($P<0.05$),‘灵芝39’孢子粉的平均产量为1024±53 g·段⁻¹,比对照‘灵芝119’高6.4%,两者间无显著性差异。

表4 4个灵芝品种的孢子粉产量
Tab.4 Spore powder yield of 4 *G. lucidum* cultivars

品种	重复1/g	重复2/g	重复3/g	总产量/g	平均产量/g	增长率/%
‘灵芝19’	955	1035	940	2930	977±51b	1.6
‘灵芝29’	1110	1090	1040	3240	1080±36a	12.3
‘灵芝39’	975	1015	1080	3070	1024±53ab	6.4
‘灵芝119’	975	930	980	2885	962±28b	—

注:增长率数据分别为‘灵芝19’‘灵芝29’‘灵芝39’与‘灵芝119’的孢子粉平均产量比较。

2.2.3 不同灵芝品种的子实体产量 表5可见,4个灵芝品种的子实体产量从高到低依次是‘灵芝29’‘灵芝19’‘灵芝119’和‘灵芝39’,通过对试验产量的统计,发现‘灵芝29’的子实体产量为1667±41 g·段⁻¹,与‘灵芝39’子实体的产量有显著差异($P<0.05$),与‘灵芝119’和‘灵芝19’间无显著差异,‘灵芝39’与‘灵芝119’和‘灵芝19’间无显著差异。

表5 4个灵芝品种的子实体产量
Tab.5 Fruiting body yield of 4 *G. lucidum* cultivars

品种	重复1/g	重复2/g	重复3/g	总产量/g	平均产量/g	增长率/%
‘灵芝19’	1675	1605	1615	4895	1632±38ab	1.9
‘灵芝29’	1703	1622	1675	5000	1667±41a	4.1
‘灵芝39’	1605	1615	1540	4760	1587±41b	-0.9
‘灵芝119’	1585	1570	1650	4805	1602±43ab	—

注:增长率数据分别为‘灵芝19’‘灵芝29’‘灵芝39’与‘灵芝119’的子实体平均产量比较。

2.3 不同灵芝品种的子实体形态指标比较

4个灵芝品种在毛竹林下段木栽培的子实体外观形态指标调查见表6。表6可见,4个灵芝品种的盖径从大到小依次是‘灵芝29’‘灵芝119’‘灵芝39’‘灵芝19’,菌盖厚度从大到小依次是‘灵芝19’‘灵芝39’‘灵芝119’‘灵芝29’,菌柄长度(柄长)从大到小的品种依次是‘灵芝119’‘灵芝19’‘灵芝39’‘灵芝29’,菌柄直径(柄粗)从大到小的品种依次是‘灵芝119’‘灵芝39’‘灵芝19’‘灵芝29’。综合来看,‘灵芝29’的子实体形态比较特别,盖径大,菌柄短,菌盖厚度较薄,菌盖色较浅,‘灵芝39’子实体的盖径中等,菌盖较厚,菌柄较粗短,菌盖色较深。‘灵芝119’子实体的盖径较大,菌盖厚度一般,菌柄粗长,菌盖颜色较深。

表 6 4 个灵芝品种的子实体外观数据
Tab. 6 Morphological traits of fruiting bodies of four *G. lucidum* cultivars

品种	盖径/cm	盖厚/cm	柄长/cm	柄粗/cm
‘灵芝 19’	15.3±1.41c	1.26±0.11a	7.6±0.9ab	1.24±0.08bc
‘灵芝 29’	21.2±2.01a	0.93±0.07b	5.2±0.4c	1.13±0.05c
‘灵芝 39’	17.5±1.56bc	1.24±0.11a	6.5±0.8b	1.33±0.09b
‘灵芝 119’	19.7±1.70ab	1.15±0.12a	8.4±1.0a	1.56±0.09a

注：盖径即为灵芝菌盖平均直径，盖厚为灵芝菌盖平均厚度。

2.4 不同灵芝品种的孢子粉多糖和三萜含量

‘灵芝 29’和‘灵芝 119’孢子粉的多糖和三萜含量检测结果见表 7。由表 7 可见，‘灵芝 29’孢子粉的多糖和三萜含量均比‘灵芝 119’高，分别高 25.73%、3.83%，说明‘灵芝 29’的品质要好于‘灵芝 119’。

表 7 ‘灵芝 29’和‘灵芝 119’孢子粉多糖和三萜含量
Tab. 7 Content of polysaccharides and triterpenes in spores of and *G. lucidum* ‘29’ and *G. lucidum* ‘119’

品种	多糖含量/(mg·g ⁻¹)	三萜含量/(mg·g ⁻¹)	品种	多糖含量/(mg·g ⁻¹)	三萜含量/(mg·g ⁻¹)
‘灵芝 29’	21.5	59.7	‘灵芝 119’	17.1	57.5

2.5 不同灵芝品种的子实体三萜含量 表 8 可见，在‘灵芝 19’和‘灵芝 39’子实体中仅检出了灵芝酸 C2、灵芝酸 G、烯酸 B、灵芝酸 B、灵芝酸 A、灵芝酸 H、灵芝酸 D、灵芝酸 F 共 8 种三萜类化合物，未检出烯酸 A、烯酸 C、烯酸 D、赤芝酸 A、DM、灵芝醇 F、灵芝醇 B、灵芝醛 A；在检出的灵芝酸 G、灵芝酸 A、灵芝酸 H、灵芝酸 D、灵芝酸 F 中，在‘灵芝 39’子实体中的含量明显高于‘灵芝 19’；灵芝酸 C2、烯酸 B、灵芝酸 B、酮三醇在‘灵芝 39’子实体中可检出，但在‘灵芝 19’中未检出；总三萜含量‘灵芝 39’是‘灵芝 19’的 7.88 倍。可见从野生灵芝中筛选的‘灵芝 39’，其子食体中含有的三萜种类多于‘灵芝 19’、含量高于‘灵芝 19’，是难得的子实体高三萜品种。

表 8 ‘灵芝 19’和‘灵芝 39’子实体的三萜含量
Tab. 8 Triterpenoids content in fruit body of *G. lucidum* ‘19’ and *G. lucidum* ‘39’

成分	三萜含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)		成分	三萜含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	
	‘灵芝 19’	‘灵芝 39’		‘灵芝 19’	‘灵芝 39’
烯酸 C	0	0	烯酸 D	0	0
灵芝酸 C2	0	601.384 2	灵芝酸 D	120.239 2	853.199 2
灵芝酸 G	40.157 8	570.784 2	灵芝酸 F	27.492 6	416.346 8
烯酸 B	0	0.583 7	酮三醇	0	65.917 2
灵芝酸 B	0	1 057.481 0	DM	0	0
烯酸 A	0	0	灵芝醇 F	0	0
灵芝酸 A	478.034 8	1 305.783 0	灵芝醇 B	0	0
灵芝酸 H	62.760 8	872.944 6	灵芝醛 A	0	0
赤芝酸 A	0	0	总计	728.685 2	5 744.423 9

3 结论与讨论

3.1 结论

本文主要对引进品种‘灵芝 29’和丽水当地野生分离品种‘灵芝 39’，从木屑基质和段木基质菌丝生长、制包成品率，子实体形态、孢子粉产量、子实体产量和活性成分等指标进行评价。结果发现，‘灵芝 29’具有发菌快，栽培菌段制作成品率高，孢子粉产量高的优点，是目前毛竹林下灵芝栽培收获孢子粉的优选品种。

野生驯化品种‘灵芝 39’虽然子实体产量比对照品种‘灵芝 19’低 2.83%，但子实体中的三萜含量是‘灵芝 19’的 7.88 倍，且含有‘灵芝 19’所没有的灵芝酸 C2、烯酸 B、灵芝酸 B、酮三醇等成分，同时该品种的孢子粉产量略高于对照品种‘灵芝 19’，是毛竹林下灵芝栽培收获子实体的优选品种，也说明从野生的灵芝种

质,可以筛选到子实体三萜含量较高的灵芝品种。

3.2 讨论

目前,未见林下栽培灵芝的专用品种,主要引用自大田灵芝栽培的品种,本次试验的品种‘灵芝 119’在毛竹林下栽培的品种对比中表现并不突出,可能是林下与大田的栽培环境条件不同导致的,因此毛竹林下栽培的灵芝品种不应完全照搬大田栽培品种。为推进毛竹林下灵芝的发展,可以通过从野生灵芝分离和收集现有大田栽培品种在毛竹林下栽培进行系统筛选,更需要开展杂交等育种方法以获得更多适合毛竹林下栽培的优良品种。本次研究选用的品种是基于大田栽培灵芝使用的品种,数量偏少;品质评价时只对 2 个品种孢子粉的多糖和三萜含量、2 个品种子实体中的三萜含量进行了测定,更多的灵芝品种间的比较还有待进一步深化研究。

参考文献:

- [1] 周州,余梦瑶,江南,等.我国灵芝栽培研究近况及其未来发展趋势探讨[J].中国食用菌,2017,36(4):5-7.
- [2] 王灿琴,覃晓娟,吴圣进,等.大棚与林下仿野生栽培灵芝比较试验[J].食用菌,2015,37(6):40-41.
- [3] 付立忠,吴学谦,李明焱,等.灵芝品种子实体多糖和三萜含量分析与评价[J].中国食用菌,2009,28(4):38-40.
- [4] 卢巧英、何昭,任武平,等.盆景灵芝不同杂交菌株在不同培养基上菌丝生长情况研究初报[J].农业与技术,2014,34(1):26-30
- [5] 曾令奎,吴云,冯小俊.盆景用灵芝品种比较试验[J].食用菌,2008(1):18-20.
- [6] 浙江省质量技术监督局.段木灵芝生产技术规程:DB33/T 985-2015[S].2015.
- [7] 白鸿.保健食品功效成分检测方法[M].北京:中国医药出版社,2011.
- [8] 杨志空,韩伟,冯娜,等.HPLC 法测定灵芝孢子粉中三萜含量[J].菌物学报,2022,39(1):184-192.