

## 峨眉山地区林下栽培灵芝技术研究

姚珂, 贺黎铭, 余梦瑶, 许晓燕, 江南, 李芳, 罗霞\*

(四川省中医药科学院菌类药材研究所, 菌类药材系统研究与开发实验室, 中药材品质及创新中药研究四川省重点实验室, 四川成都 610041)

**摘要** 在峨眉山地区从不同的灵芝种质资源、栽培基质配比、定植方式等方面研究了灵芝林下栽培技术。结果表明, 采用朵型较大的灵芝种质资源 ZL81 林下栽培时, 生长周期较短, 为 114 d, 产量较高, 为 69.53 g/(kg·袋); 使用配方为棉籽壳 40%、杂木屑 35%、玉米芯 15%、麦麸 8%、石膏 1%、石灰 1% 的菌袋进行林下栽培时, 产量最高, 为 71.3 g/(kg·袋), 多糖含量为 1.02%, 三萜及甾醇含量为 0.83%。采用菌棒横竖交叉为 2 层摆放的定植方式(第 2 种), 产量为 76.23 g/(kg·袋), 优于将菌棒平铺的定植方式(第 1 种); 2 种定植方式栽培出的灵芝多糖含量相近, 第 1 种定植方式三萜及甾醇含量优于第 2 种, 为 1.05%。

**关键词** 灵芝; 林下栽培; 产量; 有效成分; 峨眉山地区

中图分类号 S567.3<sup>+</sup>1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)02-0180-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.052



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on the Technology of Cultivating *Ganoderma lucidum* under the Forest in Emei Mountain Area

YAO Ke, HE Li-ming, YU Meng-yao et al (Sichuan Academy of Chinese Medicine Science, Fungal Medicine Institute, Fungal Medicine System Research and Development Laboratory, Sichuan Provincial Key Laboratory of Quality and Innovative Chinese Medicine Research, Chengdu, Sichuan 610041)

**Abstract** In the Emei Mountain area, the cultivation techniques of *Ganoderma lucidum* under the forest were studied from different *Ganoderma lucidum* germplasm resources, cultivation substrate ratio and planting methods. The results showed that when using the larger flower type of *Ganoderma lucidum* germplasm resource ZL81 under the forest, the growth cycle was shorter for 114 days, and the yield was higher at 69.53 g/(kg·bag). When using the formula with 40% cottonseed hull, 35% wood chips, 15% corncob, 8% wheat bran, 1% gypsum and 1% lime, the highest yield was 71.3 g/(kg·bag), the polysaccharide content was 1.02%, and the triterpene and sterol content was 0.83%; the method of planting rods crossed vertically and horizontally for two layers (the second method) could produce 76.23 g/(kg·bag), which was better than the method of planting rods flat (the first method). The polysaccharide content of *Ganoderma lucidum* cultivated by the two methods was similar, and the triterpenoids and sterols content of the first method was better than that of the second method, which was 1.05%.

**Key words** *Ganoderma lucidum*; Understory cultivation; Yield; Active constituents; Emei Mountain area

灵芝[*Ganoderma lucidum* (Curtis: Fr.) P. Karst]<sup>[1]</sup>是我国历史上传播较广泛的中药材之一, 其提取物具有多种生物活性, 包括抗炎、抗肿瘤、抑制癌细胞的活性及增强免疫力等, 许多研究证明灵芝质量的好坏直接取决于其三萜类化合物和多糖的含量<sup>[2-4]</sup>。目前灵芝主要依靠棚内人工种植栽培成本较高, 且长期棚内种植易出现病虫害, 从而造成灵芝品质降低。

我国为保护和改善生态环境而施行的退耕还林政策, 使得我国林下经济进一步的发展, 而灵芝形态优美具有极高的观赏价值和科普研学价值, 利用林下优良的自然条件仿野生栽培灵芝, 不仅还原了灵芝的原始生长环境, 也不单独占用土地资源, 极大地节约了生产成本, 不仅能保证灵芝的品质, 也能进一步发展生态旅游。目前, 我国对灵芝林下栽培技术研究较少。该研究从不同的灵芝种质资源、栽培基质配比、定植方式等方面研究了灵芝林下栽培技术<sup>[5-9]</sup>, 为灵芝产业的继续发展助力。

## 1 材料与方

### 1.1 试验地概况

试验在四川省眉山市洪雅县峨眉半山七

里坪试验基地进行, 试验地属亚热带季风气候区, 地势平缓, 无地质灾害风险, 适宜灵芝林下栽培。

### 1.2 灵芝林下栽培

**1.2.1 栽培方式。**袋式熟料林下栽培, 栽培菌袋规格 17 cm×33 cm×0.03 cm。

**1.2.2 菌袋的制作。**按配方计算出用量, 称取新鲜、无霉变、无虫蛀、干净、干燥的原料。将称好的棉籽壳、玉米芯用水发透后, 再将其他原料混入其中拌匀。栽培料的水分含量控制在 65%~70%。拌料后堆沤 3 d。装料时松紧适宜, 每袋装干料约 500 g。

将装好的菌袋分层码在高压灭菌锅内, 121 °C 灭菌 3 h。待菌袋冷却至室温后接种。待接种完成后将菌袋转移到已消好毒的发菌室培养至菌丝满袋。发菌室温度控制在 23~26 °C 为宜, 空气湿度控制在 70% 以下, 适时通风换气, 保持空气新鲜。

### 1.2.3 出芝期管理。

**1.2.3.1 作畦。**在林荫下挖地做高畦, 畦宽 2.0~2.5 m, 长短距离以树与树间距离灵活决定。做畦前应把畦面土翻起, 敲细。畦面底提前使用生石灰铺撒一遍, 阳光暴晒 3~5 d 后用水浇湿。畦面旁边需挖 20~30 cm 深的水沟便于排水用。

**1.2.3.2 定植。**待菌丝满袋后, 选择晴天, 脱去表面菌袋, 以特定的定植方式整齐摆放于畦面, 菌棒间用土充实。菌棒上覆土厚度 2~3 cm, 刮平畦面。

**1.2.3.3 开片期管理。**子实体开片期间, 空气相对湿度保持

**基金项目** 四川省科技支撑计划项目“灵芝突破性新品种选育及配套栽培技术研究”(2016NYZ0036); 四川省科技基础条件平台项目“四川省农业微生物资源信息共享平台建设”(2019JDPT0012); 国家现代农业产业技术体系四川食用菌创新团队项目(川农业[2009]156号)。

**作者简介** 姚珂(1990—), 女, 四川西昌人, 研究实习员, 硕士, 从事菌类药材研究与开发方面研究。\*通信作者, 研究员, 博士, 从事菌类药材研究与开发方面研究。

**收稿日期** 2019-08-12

在 75%~95%。在芝盖分化前要进行梳芝,控制每一组菌棒上灵芝的个数为 2~3 朵为宜,及时去除弱柄畸形芝。出芝期间,如遇温度高于 35 ℃,可适当喷水加湿降温。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 筛选适合林下栽培的灵芝资源。**选用由四川省中医药科学院菌类药材研究所保存的灵芝菌种,编号分别为 ZL13、ZL81、ZL86。将 3 株不同灵芝种质资源分别制成菌袋

在林下进行栽培试验,比较不同品种的灵芝种质资源林下栽培的灵芝子实体形态、生长周期及产量。

**1.3.2 栽培基质的配比对灵芝林下栽培的影响。**选用木屑、棉籽壳、玉米芯、麦麸等为主要原料设计 5 个栽培基质配方(表 1),分别制成菌袋,并接种灵芝菌种 ZL81 后,进行林下栽培试验,比较不同栽培基质配方对灵芝产量及有效成分的影响。

表 1 栽培基质配方  
Table 1 Cultivation matrix formula

配方 Formula	木屑 Sawdust	棉籽壳 Wood chips	玉米芯 Corn cob	麦麸 Wheat bran	石灰 Lime	石膏 Gypsum	%
1	5	70	15	8	1	1	
2	15	60	15	8	1	1	
3	25	50	15	8	1	1	
4	35	40	15	8	1	1	
5	45	30	15	8	1	1	

**1.3.3 不同定植方式对灵芝林下仿野生栽培的影响。**选用同样的基质配方制成菌袋后,接种灵芝 ZL81 菌种,在林下进行仿野生栽培试验。在定植时,脱去菌袋,分别以 6 个菌棒为一组,横竖交叉为 2 层,整齐摆放于畦面;6 个菌棒为一组,平铺为 1 层,整齐摆放于畦面,其中组与组间间距为 10 cm。比较不同定植方式对灵芝产量及有效成分的影响。

**1.4 数据收集与分析** 以上试验均于同一地点,分批次于每年 3 月制袋,4—5 月在林下覆土栽培。试验设 3 次重复(小区),每小区覆土栽培 30 袋。用 Excel 和 SPSS 22.0 对数据进行处理。

## 2 结果与分析

**2.1 适合林下栽培的灵芝种质资源** 野生灵芝资源在四川地区分布广泛。经林下栽培后,发现 ZL13、ZL81、ZL86 不同灵芝种质资源形态学差异明显,产量不同。由表 2~3 可知,3 个灵芝种质资源在林下栽培时生长周期相近,产量不同,但都具有典型的赤芝形态特征,主要区别在于子实体大小不一,菌柄长度差别明显。其中灵芝 ZL81 子实体菌盖直径大,菌柄较长,第一潮子实体产量为 69.53 g/(kg·袋),与其他品种相比差异显著,生长周期最短为 114 d,因此灵芝 ZL81 较适宜林下栽培。

表 2 不同灵芝种质资源林下栽培子实体形态

Table 2 Fruit body morphology of different *Ganoderma lucidum* germplasm resources under forest cultivation

种质资源 Germplasm resource	子实体形态 Fruit body morphology
ZL13	具典型的赤芝 [ <i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss.ex Fr.) Karst.] 形态特征。子实体外形呈伞状,菌盖肾形,直径 10~18 cm,厚 1~2 cm,皮壳坚硬,红褐色,有光泽,具环状棱纹和辐射状皱纹,菌柄直径为 1.0~1.5 cm,菌柄长 5.8~9.5 cm
ZL81	具典型的赤芝 [ <i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss.ex Fr.) Karst.] 形态特征。子实体外形呈伞状,菌盖肾形,直径 14~24 cm,厚 1.5~3.0 cm,皮壳坚硬,黄褐色,有光泽,具环状棱纹和辐射状皱纹,菌柄直径为 1.5~2.3 cm,菌柄长 7.8~13.5 cm
ZL86	具典型的赤芝 [ <i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss.ex Fr.) Karst.] 形态特征。子实体外形呈伞状,菌盖肾形,直径 10~19 cm,厚 1~2 cm,皮壳坚硬,黄褐色,有光泽,具环状棱纹和辐射状皱纹,菌柄直径为 1.0~1.6 cm,菌柄长 3.3~5.5 cm

表 3 不同灵芝种质资源林下栽培生长周期和产量

Table 3 Yield and growth cycle of different *Ganoderma lucidum* germplasm resources under forest cultivation

种质资源 Germplasm resource	菌丝期 Hyphal period//d	原基期 Primitive base period//d	第一潮子实体期 First tidal body period//d	生长周期 Growth cycle//d	产量 Yield g/(kg·袋)
ZL81	38	23	53	114	69.53±0.59 a
ZL13	39	27	54	120	64.03±1.52 b
ZL86	39	29	55	123	60.73±0.61 c

注:数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters after data indicate significant differences ( $P<0.05$ )

**2.2 灵芝林下栽培最适基质的配比** 采用不同栽培基质配比制作菌袋后进行林下栽培,发现不同栽培基质配比的菌袋脱袋覆土林下栽培后,其产量和有效成分含量差异明显(表

4)。使用配方 4(棉籽壳 40%、杂木屑 35%、玉米芯 15%、麦麸 8%、石膏 1%、石灰 1%)的菌袋林下栽培后获得的第一潮子实体产量最高,为 71.30 g/(kg·袋),其子实体品质也得到

保证,多糖含量为1.02%,三萜及甾醇含量为0.83%,分别比《中华人民共和国药典》<sup>[10]</sup>规定含量高13.3%、66.0%。

表4 不同基质配比林下栽培灵芝产量和有效成分

Table 4 Yield and active ingredients of *Ganoderma lucidum* under forest cultivation by different substrate ratios

配方 Formula	产量 Yield g/(kg·袋)	多糖含量 Polysaccharide content//%	三萜及甾醇含量 Triterpene and sterol content//%
1	29.43±8.20 e	0.36±0.03 e	0.46±0.03 e
2	40.33±4.57 d	0.53±0.07 d	0.56±0.05 d
3	64.97±1.12 bc	0.92±0.03 bc	0.79±0.03 abc
4	71.30±0.98 a	1.02±0.05 a	0.83±0.05 a
5	65.80±2.50 b	0.93±0.03 b	0.82±0.04 b

注:数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters after data indicate significant differences ( $P<0.05$ )

**2.3 灵芝林下栽培的定植方式** 由表5可知,菌袋采用不同定植方式定植覆土栽培时,不同的摆放方式对其产量、有效成分含量有一定的影响。第1种定植方式(菌棒横竖交叉为2层摆放)栽培出的灵芝产量优于第2种定植方式(菌棒平铺为1层摆放),为76.23 g/(kg·袋),相较于第2种定植方式产量提高了8.2%;2种定植方式栽培出的灵芝多糖含量相近,分别为1.03%和1.02%;第1种定植方式栽培出的灵芝三萜及甾醇含量优于第2种定植方式,为1.05%,相较于第2种定植方式含量提高了25.9%。

表5 不同定植方式林下栽培灵芝产量和有效成分

Table 5 Yield and active ingredients of *Ganoderma lucidum* under forest cultivation by different planting methods

序号 No.	定植方式 Planting methods	产量 Yield g/(kg·袋)	多糖含量 Polysa- ccharide content//%	三萜及甾 醇含量 Triterpene and sterol content//%
1	菌棒横竖交叉为2层摆放	76.23±0.35	1.03±0.09	1.05±0.09
2	菌棒平铺为1层摆放	70.47±0.95	1.02±0.11	0.83±0.03

### 3 结论与讨论

该研究选用了3份不同品种的灵芝作为试验材料来进行林下栽培,结果表明只有ZL81较适宜林下栽培。林下栽培是在较原生态的环境里生长,主要生长过程中没有较多的

人为保护措施,所以灵芝在林下覆土出芝时,容易遭病虫害等不利因素导致灵芝形态受损,产量降低。往后应加强选育抗病虫害、朵型较大的新品种,从源头出发,提高灵芝林下栽培的产量及品质。

林下栽培的灵芝生长所需的营养主要靠袋料基质供给,基质配方为棉籽壳40%、杂木屑35%、玉米芯15%、麦麸8%、石膏1%、石灰1%,即以棉籽壳和木屑相互配比为辅料且加入比例相近时,灵芝产量较高,品质较好,超过了药典规定指标。

灵芝菌棒在覆土栽培时,有别于棚内栽培。主要体现在菌棒脱袋后入土时以不同定植方式定植,将菌棒横竖交叉为2层摆放时,其产量比以1层菌棒摆放时要高,主要原因可能在于强化了营养的供给,使得灵芝的产量增加,其有效成分中多糖含量变化不明显,但三萜及甾醇的含量提高较多,原因在于由于菌棒垒放时,木质素含量增加可能会促进灵芝三萜含量的增加。

综上所述,从灵芝菌种、培养基质及定植方式3个方面着手研究可以在林下培育出产量高且品质优的灵芝。采用灵芝林下栽培技术,不仅能减少对耕地的占用,还能够实现对森林资源的充分利用,还可能有效地提升灵芝的市场价值,创造更多的收益,促进川产中药材的发展。

### 参考文献

- [1] 徐锦堂.中国药用真菌学[M].北京:北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1997:496.
- [2] 吕文辉,张源.灵芝的药用价值[J].中华综合临床医学杂志,2008,10(4):71.
- [3] 张瑞婷,周涛,宋潇潇,等.灵芝活性成分及其药理作用的研究进展[J].安徽农业科学,2018,46(3):18-19,22.
- [4] 覃晓娟,何忠,仇惠君,等.不同产地仿野生生态栽培灵芝主要活性成分比较[J].湖南农业科学,2016(7):73-74,78.
- [5] 高英旭.松杉灵芝林下栽培技术的研究[J].吉林林业科技,2018,47(3):9-12.
- [6] 杜忠伟,胡志强,亢学平,等.不同灵芝菌株林下仿野生栽培对比试验[J].食药菌,2018,26(2):96-98.
- [7] 于海龙,郭倩,杨娟,等.环境因子对食用菌生长发育影响的研究进展[J].上海农业学报,2009,25(3):100-104.
- [8] 饶火火.仿野生灵芝优质高产高效栽培技术[J].中国农技推广,2018,34(6):32-33.
- [9] 周逢旭.灵芝袋料仿野生栽培技术[J].生物学杂志,1997,14(2):28,35.
- [10] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(2015年版)[S].北京:化学工业出版社,2015:188.

(上接第172页)

- [6] 白宝璋,徐淑芬.烟草生理[M].北京:中国科学技术出版社,1994.
- [7] 徐茜,彭桂芬,何德伟,等.不同氮素形态对烤烟品质影响的研究[J].烟草科技,1997(6):38-40.
- [8] 赵正雄,杨宇虹,张福锁,等.不同顶端调控措施对烟株内钾素积累和分

配规律的影响[J].烟草科技,2002(6):37-39.

- [9] 石俊雄.基追肥比例和施肥方法对烤烟产质量的影响[J].贵州农业科学,2002,30(S1):19-22.
- [10] 杨红武,周冀衡,赵松义,等.基追肥比例对烤烟生长及产质量影响的研究[J].作物研究,2008,22(3):184-188.