

不同种植方法下红托竹荪产量与综合评价*

罗荣杰¹, 张大伟¹, 金鹏¹, 杨松焜², 林娜³,
尚文斌², 何浏¹, 唐敏^{4△}, 宋京风^{2△}

(1. 昆明医科大学基础医学院, 云南 昆明 650500;

2. 昆明医科大学药学院暨云南省天然药物药理重点实验室, 云南 昆明 650500;

3. 昆明医科大学人文与管理学院, 云南 昆明 650500; 4. 云南大学附属医院麻醉科, 云南 昆明 650500)

摘要: **目的** 在昭通小草坝通过比较贵州织金和福建古田红托竹荪菌种,使用同菌种,不同的种植方法和原料对红托竹荪的产量数值进行比较。**方法** 将荫棚分为22块试验地,其中1~10号及21号试验地为福建古田红托竹荪菌种,11~20号及22号试验地为贵州织金红托竹荪菌种,分别对不同的试验地采用不同的种植方法和原料。**结果** 贵州织金竹荪菌种产量占比为63%,福建古田竹荪菌种产量占比为37%。相同气候和菌种条件下,贵州织金种植方法产量占比为25.83%,菌棒覆土产量占比7.77%。贵州织金红托竹荪菌种在贵州织金种植方法下产量占比为29.20%,菌棒覆土产量占比为7.96%。**结论** 基于小草坝气候条件下,采用贵州织金红托竹荪菌种,使用贵州织金种植方法下产量最佳,收益最大。

关键词: 红托竹荪;天麻菌材;栽培方法;产量;菌块大小;大棚种植;温度;湿度

中图分类号: S646.8

文献标志码: A

文章编号: 1000-2723(2022)01-0084-07

DOI: 10.19288/j.cnki.issn.1000-2723.2022.01.016

Yield and Comprehensive Evaluation of *Dictyophora Heterophora* under Different Planting Methods

LUO Rongjie¹, ZHANG Dawei¹, JIN Peng¹, YANG Songye², LIN Na³,
SHANG Wenbin², HE Liu¹, TANG Min², SONG Jingfeng²

(1. College of Basic Medicine, Kunming Medical University, Kunming 650500, China;

2. School of Pharmaceutical Sciences & Yunnan Provincial Key Laboratory of Pharmacology for Natural Products, Kunming Medical University, Kunming 650500, China;

3. Humanity and Management Institute Medicine, Kunming Medical University, Kunming 650500, China;

4. Department of Anesthesiology, Affiliated Hospital of Yunnan University, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: Objective To compare the yield of *Dictyophora Rubens* from Zhijin of Guizhou and Gutian of Fujian in Xiaocaoba of Zhaotong by using the same strain, different planting methods and raw materials. **Methods** The shade shed was divided into 22 plots, of which plots 1~10 and 21 were the species of *C. auriculata* from Gutian, Fujian, and plots 11~20 and 22 were the species of *C. auriculata* from Zhijin, Guizhou. Different planting methods and raw materials were used in different plots. **Results** The percentage of species yield in Guizhou was 63%, and that in Fujian gutian was 37%. Under the same climate and strain conditions, the yield of planting method of Zhijin in Guizhou accounted for 25.83%, and the yield of soil covering fungus stick accounted for 7.77%. Under the cultivation method of Guizhou Zhijin, the yield of *dictyophora hongtodicata* was 29.20%, and the yield of fungus rod covered soil was 7.96%. **Conclusion** Under the climate conditions of small grass dam, the best yield and profit were obtained under the cultivation method of Guizhou Zhijin.

KEY WORDS: *Dictyophora sanguinata*; *Gastrodia elata* fungus; cultivation method; production; Clot size; greenhouse planting; temperature; humidity

收稿日期: 2021-12-15

* 基金项目: 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合基金资助项目[2019FE001(-093)]

第一作者简介: 罗荣杰(1998-),男,在读本科生,研究方向:天麻和竹荪的种植研究。

△通信作者: 唐敏, E-mail: 68651120@qq.com; 宋京风, E-mail: 462759891@qq.com

竹荪 (*Dictyophora indusiata* Vent.ex Pers Fisch) 又名竹筴、竹参,是一种原寄生于枯竹根部的腐生真菌,为珍贵食用菌之一^[1]。竹荪香味浓郁,脆嫩可口,富含丰富的蛋白质、氨基酸、维生素等营养物质。其中以竹荪多糖为例,具有高活性的大分子物质,在抗肿瘤、抗凝血、以及降血糖都有一定的疗效^[2-3]。近年来随着经济社会的发展,人们对绿色健康食品的重视也不断加重。竹荪不仅具有绝佳的食用价值,同时也有巨大的营养价值,因此竹荪市场也深受人们的喜爱^[4]。中国竹荪历史悠久,其发展变化经历了3个时期,即食用野生竹荪时期(20世纪80年代以前),该时期主要以野生竹荪为主;人工栽培竹荪初期(20世纪80年代至21世纪初)此时期人工栽培的竹荪已经完全代替了野生竹荪;竹荪产业形成时期(21世纪初至今)^[5];常见并可供食用的有4种:长裙竹荪、短裙竹荪、棘托竹荪和红托竹荪,竹荪是寄生在枯竹根部的一种隐花菌类,形状略似网状干白蛇皮,它有深绿色的菌帽,雪白色的圆柱状的菌柄,粉红色的蛋形菌托,在菌柄顶端有一围细致洁白的网状裙从菌盖向下铺开,被人们称为“雪裙仙子”、“山珍之花”、“真菌之花”、“菌中皇后”。竹荪营养丰富,香味浓郁,滋味鲜美,自古就列为“草八珍”之一。下面重点阐述红托竹荪。

红托竹荪(学名:*Dictyophora rubroalbata* M. Zang)是竹荪中品质最好的一种,同时也是世界珍贵品种之一。红托竹荪为腐生真菌,通过分解死亡的竹根、竹竿和竹叶等为其营养来源。其生长地主要多见于楠竹、平竹、苦竹等地方。目前国内人运用的竹荪种植方法存在诸多方面的缺陷^[6]。贵州省织金县是红托竹荪主产地之一,近年来规模化生产的主栽方法有2种,一是栽培料以木材为主的荫棚栽培法,木材消耗量大,生态效益低^[7];二是菌棒覆土荫棚栽培法,栽培料主要是玉米芯、木屑等,生产后可作为优质的有机肥还田,达到增肥、改良土壤的作用^[8]。笔者于2021年2月3日在小草坝开展红托竹荪试验种植基地。现将试验结果总结如下。

1 试验内容概述

该研究主要在通过比较不同种植栽培法下,引进贵州织金县红托竹荪菌种和福建古田县红托竹荪菌种在小草坝生态条件下的红托竹荪产值产量占比,并综合分析不同种植技术的竹荪的产量、品质、抗性

适应范围^[9],为以后竹荪栽培提供科学依据,特建立本试验基地,基地占地105 m²,共22个小试验地,每个试验地3 m²,每个小试验地之间的间距为0.3 m,其中1~10号及21号试验地为福建古田县红托竹荪菌种,11~20号及22号试验地为贵州织金县红托竹荪菌种。空气中平均气温20.5℃,平均湿度34.26% RH,土壤中平均气温10.57℃,平均湿度70.57% RH,土壤PH值平均在6.1。主要使用天麻废菌材、玉米秸秆、竹子、杨咪咪树干、杨柳皮树枝等5种材料作为种植的原材料,贵州织金种植福建古田种植方法和自创的种植方法进行种植,使用的原材料均用高锰酸钾进行消毒,除了7、8、17、18号试验地使用32块菌种以外,其余试验地均使用20块菌种。每个试验地上面都盖3 cm的土和松针,用高锰酸钾溶液对水喷洒。

2 材料与方法

2.1 试验基地概述 该试验基地位于“世界天麻原产地”——云南省昭通市彝良县小草坝镇小草坝村海子社二藤子朱明华耕地里。该地区靠近河流,水资源丰富。该地区经纬度:北纬27°26′36″、东经104°25′56″,平均海拔1710 m。小草坝地处亚热带季风气候,平均气温15.5℃,1月平均气温5.5℃;7月平均气温25℃。植物生长期年平均340 d。年平均日照时数1130 h。无霜期年平均310 d。年总辐射130 kCal/cm²。年平均降水量1120 mm,年平均降水日数为130 d,降雨集中在每年的5~9月,7月最多^[10]。

2.2 试验材料 小草坝天麻废菌材(自备)、玉米秸秆(自备)、竹子(自备)、杨咪咪树干(自备)、杨柳皮树枝(自备)、高锰酸钾溶液(来自于寿光市沐鱼生物科技有限公司)、贵州织金县红托竹荪菌种(来自于贵州省织金县乌蒙益人电子商务有限公司)、福建古田县红托竹荪菌种(来自于福建省古田县怡杰食用菌生产有限公司)、5%辛硫磷杀虫剂(来自江苏瑞隆化工有限公司)、温湿度表(来自于西安飞若智能科技有限公司)、土壤三合一(湿度、温度、PH值)检测仪(浙江世心电子商务有限公司)、透明薄膜(市售)、黑色12针遮阳网(市售)、搭建竹子(自备)、松针(自备)、小草坝黄土。

2.3 试验设计 本试验于2021年3月在云南省昭通市彝良县小草坝镇小草坝村海子社二藤子朱明华耕地里进行,选择一定大小的荫棚(长约14.0 m,宽

约7.5 m, 高约1.8 m, 共计105 m²的荫棚), 将荫棚一分为22块小试验地, 每块试验地大小相等面积相等, 规格为2.0 m×1.5 m(合计3 m²), 每个小试验地之间的间距为0.3 m, 中间过道1.0 m^[11]。其中1~10号及21号试验地为福建古田县红托竹荪菌种, 11~20号及22号试验地为贵州织金县红托竹荪菌种。

表1 试验地方案设计

试验地序号	主要原料
1、2、11、12	杨咪咪树块
3、4、13、14	玉米秸秆
5、6、15、16	天麻废菌材
7、8、17、18	织金种植方法
9、10、19、20	古田种植方法
21、22	菌棒覆土

2.4 试验步骤

2.4.1 原材料的处理

(1) 将天麻废菌材在太阳下面暴晒两天^[12], 随后用枝条碎料机将废菌材打碎成大小不等的碎块, 但其每块长度均不超过长0.8 cm, 宽0.6 cm, 厚0.5 cm(越小发菌率越高), 随后用高锰酸钾溶液(1:1 000)对被打碎的天麻废菌材进行浸泡15 min, 堆积发酵一周后备用^[13]。

(2) 将玉米秸秆、竹子、杨柳皮树枝和杨咪咪树砍成小块(其中杨咪咪树长5 cm, 宽3 cm, 厚2 cm, 玉米秸秆长约2 cm, 竹子长约5 cm), 并用高锰酸钾溶液(1:1 000)对其块状物进行浸泡15 min, 沥干水分后备用。

(3) 用竹子和透明薄膜搭建一个长约9 m, 宽约5 m, 高约1.8 m的大棚, 顶层并用遮阳网和松树枝叶将其覆盖, 侧面用遮阳网和松树枝叶包裹周围, 此荫棚呈东西走向, 前后设计窗和门, 便于保持良好通风^[14]。

(4) 将大棚内的试验基地一分为22块小块试验地并编号。用石灰划分为4列6行(第6行靠门两块试验地空缺)^[15], 每块试验地规格为2.0 m×1.5 m(合计3 m²), 相邻两块之间间隔约0.3 m, 中间留有一条走廊长约1.0 m。

2.4.2 具体种植方法

(1) 在1、2、11、12号试验地: ①铺一层杨咪咪树

块料; ②把贵州织金和福建古田红托竹荪菌种分成核桃状大小, 每一块试验地放70块(10块×7块)^[16]; ③洒一层竹片(大约1 cm); ④盖上约3 cm厚的泥土; ⑤用清水将其洒透; ⑥盖上约3 cm厚松针; ⑦再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面^[17];

(2) 在3、4、13、14号试验地①铺一层约5 cm玉米秸秆; ②把贵州织金和福建古田红托竹荪菌种分成核桃状大小, 每一块试验地放70块(10×7块); ③洒一层竹片(大约1 cm); ④洒一层白糖(大约2 g); ⑤盖上约3 cm后玉米秸秆; ⑥再盖上约3 cm厚泥土; ⑦用清水将其洒透; ⑧盖上约3 cm厚松针; ⑨再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面^[18];

(3) 在5、6、15、16号试验地①铺一层5 cm左右厚的天麻废菌材发酵料; ②把贵州织金和福建古田红托竹荪菌种分成核桃状大小, 每一块试验地放70块(10×7块); ③洒一层竹片(大约1 cm); ④洒一层白糖(大约2 g); ⑤盖上约3 cm后玉杨柳皮树枝; ⑥再盖上约3 cm厚泥土; ⑦用清水将其洒透; ⑧盖上约3 cm厚松针; ⑨再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面^[19];

(4) 在7、8、17、18号试验地使用贵州织金竹荪种植方法①铺一层竹片(大约1 cm); ②把贵州织金和福建古田红托竹荪菌种分成核桃状大小, 每一块试验地放70块(10×7块); ③盖上约1 cm厚泥土; ④再盖上约3 cm厚玉米秸秆; ⑤在第二层把菌种分成核桃大小的菌种放54块(9×6块); ⑥再盖上约3 cm厚泥土; ⑦用清水将其洒透; ⑧盖上约3 cm厚松针; ⑨再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面^[20];

(5) 在9、10、19、20号试验地使用福建古田竹荪种植方法①铺一层约5 cm玉米秸秆; ②把贵州织金和福建古田红托竹荪菌种分成核桃状大小, 每一块试验地放70块(10×7块); ③洒一层竹片(大约1 cm); ④再盖上约3 cm厚泥土; ⑤用清水将其洒透; ⑥盖上约3 cm厚松针; ⑦再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面; (其中10号试验地没有用高锰酸钾溶液浸泡)^[21]

(6) 在21、22号试验地使用菌棒覆土栽培法, 其中21号为福建古田红托竹荪菌种, 22号为贵州织金红托竹荪菌种, 具体方法为①洒一层约3 cm厚的泥

土;②把菌种外包装去除;③把菌种放成 3 排间隔约 0.5 m(6×3 包);④再盖上约 3 cm 厚泥土;⑤用清水将其洒透;⑥盖上约 3 cm 厚松针;⑦再次用高锰酸钾溶液(1:1 000)兑水洒湿表面^[22];

2.4.3 种植后管理 竹荪种植后,开始封棚,之后开始第一道浇水。后面注意菌丝萎缩后开始出现蕾的时期,此期为关键时期。应注意:检查遮阴情况、加强营养、检查水分。在后期的管理,在荫棚相应的基地里贴上试验基地编号、在试验基地四周及边缘(1、5、9、12、16、22 号外侧)放入 5%辛硫磷杀虫剂。注意杀虫与预防,同时还要定期消毒^[23-24]。在竹荪生长的整个周期中,湿度与温度同样是主要管理调控参数。每日温度管理中,以 8 时为最低,14 时最高,所以 14 时应是一天中重点关注的温度。在竹荪蛋形成期,需要大量的水分,但是要确保菌床湿度不超过 70%,因此需要精确的管理,适时适量的补水,以保证竹荪蛋所需水分^[25]。

该试验基地从 2021 年 3 月下旬开始一期种植,2021 年 6 月中旬竹荪蛋开始长出,下旬竹荪开裙,随后将进行采摘。

2.4.4 采摘结果 竹荪种植后,观察菌丝生长状况、竹荪蛋形成时间以及竹荪开裙时间,并于 6 月 8 号至 23 号清晨摘取当天即将开裙的成熟的竹荪蛋并记录数量。同时,在产出盛期从各处理中选取中等大小的成熟竹荪子实体各 30 个分别进行称重,以获得各试

验地块的竹荪子实体的平均质量,统计各试验地号的产量。

3 试验结果统计分析

应用 Microsoft Excel 2019 软件对生长记录 Graphpad prism 8.0.2 进行整理与画图,采集的数据用 SPSS 22.0 软件进行处理。

3.1 大棚内空气和土壤湿度、温度综合分析 在收集大棚内空气和土壤温湿度中,采取了平均时间段下午 18 点进行数据采集,其中开始种植时的一个周和采摘时一个周采用了每天记录相应的数据,我们先进行数据测量,再进行洒水,洒水的情况根据当时温度记录表上的温度而定,以免对菌株产生不可逆性的损伤。在分析图中可以看出空气中温度和湿度成正比关系,空气中平均气温 20.5 ℃(高于小草坝平均气温,原因有二:第一,我们未进行统计小草坝冬季的各月气候温度,只统计了 3、4、5、6 月部分的气温;第二,我们测量温度的环境在大棚内,大棚内属于相对密闭的环境,空气不易流出,气温相比较下来,比外面稍高);空气中平均湿度 34.26% RH,土壤中温度和湿度成正比关系平均气温 10.57 ℃,平均湿度 70.57% RH。土壤 pH 值平均在 6.1。在采收过程中土壤湿度相对较高,因为我们每天增加了一次洒水,即为 2 次/天,分别于早上 8 时和下午 18 时各洒水 1 次,所以土壤湿度比较高,空气湿度较低。湿度见图 1,温度见图 2。

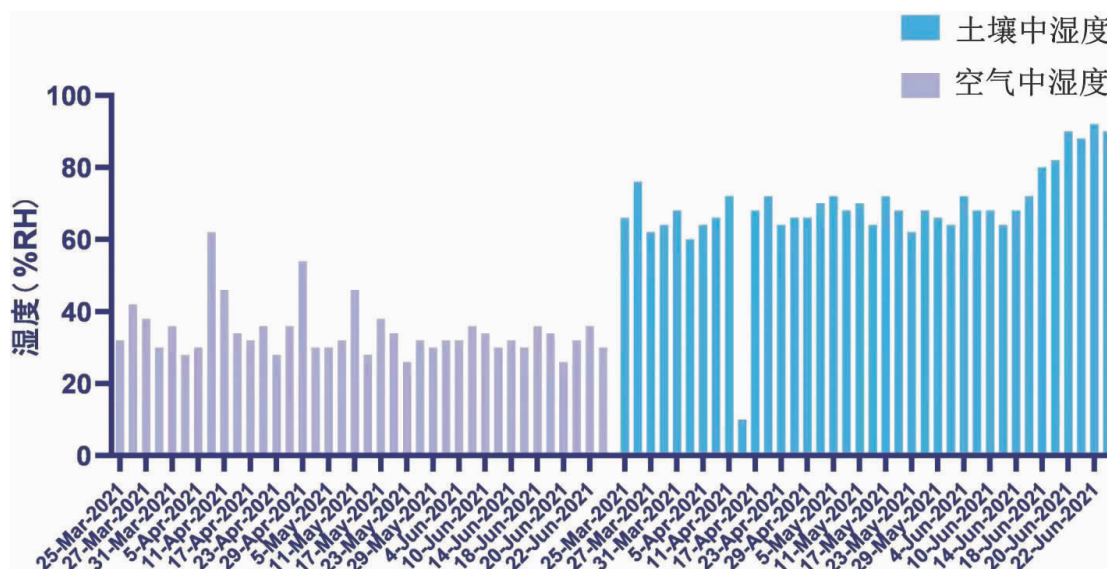


图 1 彝良云之麻中药材种植专业合作社“竹荪”种植项目试验基地湿度记录表

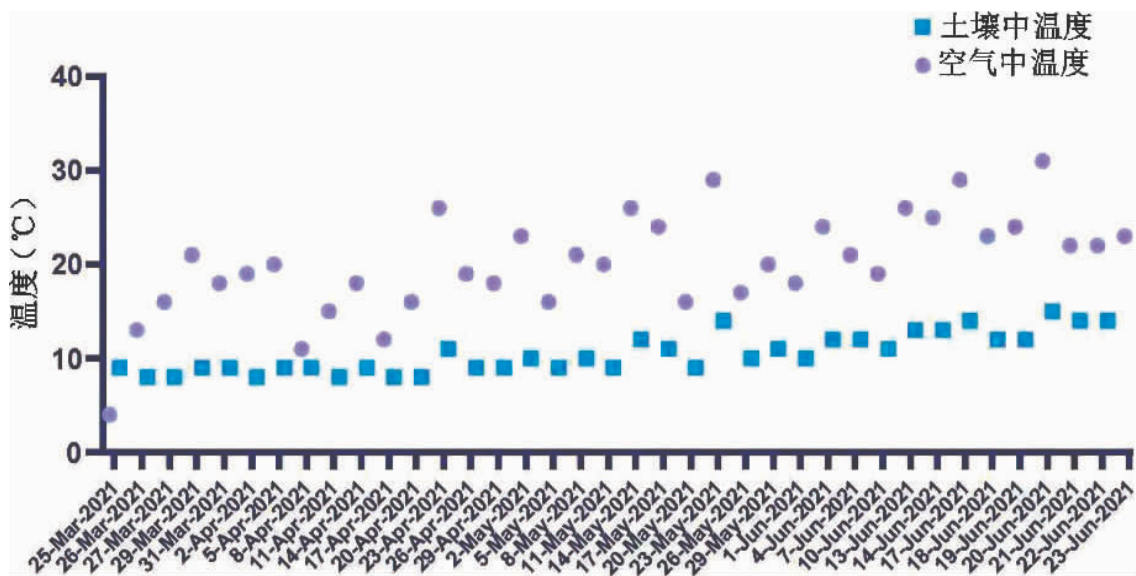


图 2 彝良云之麻中药材种植专业合作社“竹荪”种植项目试验基地温度记录表

3.2 不同试验地序号的产量 在统计数据中可以看出,总产 360 个大小不一的竹荪子实体,相对来说平均每块试验地产出 16 个,在每一个试验基地内放入 20 块菌种,7、8、17、18 号除外(这 4 块试验地各放入两层,共计 40 块菌种)。最终产量,福建古田菌种产 134 个,贵州织金菌种产 226 个,根据此次数据而言,贵州织金菌种比福建古田菌种增长 68.65%,造成两个地方菌种产量差距之大的原因,考虑于菌种的生产 and 气候条件有关,福建省古田县属于中亚热带季风气候,海洋性与大陆性气候兼之^[26]。年平均气温 27.6℃,年平均降水量 1 579 mm,平均海拔 690 m。而云南昭通小草坝,根据我们试验基地统计指标来看,年平均气温为 20.50℃,湿度在 34.47% RH,平均海拔 1 710 m,该地气候和海拔与福建古田有明显差异,考虑气候条件和海拔是影响福建古田菌种产量的重要原因之一。而贵州织金地形地貌以高原丘陵、山地为主,海拔约 1 330 m。气候年均温约为 14℃,年均降水量约为 1 400 mm,受东亚季风和印度季风的双重影响^[27]。所以贵州织金的竹荪菌种产量高于福建古田竹荪菌种产量。与此同时,利用天麻废菌材作为原料种植竹荪产量为 50 个,占织金竹荪菌种的 22.12%,除了贵州织金种植方法放 2 层菌种外,产量在其他种植菌种中属于第一(考虑之前蜜环菌腐蚀菌材但又未完全消化有关,经过我们对蜜环菌的处理和切成小块后,更易于竹荪菌种的生长)。竹荪产量见图 3,竹荪平均产量和标准差见图

4,贵州织金和福建古田菌种产量占比见图 5,种植方法和不同原材料种植竹荪的产量见表 2,种植方法及原材料的产量和占比情况见表 3,贵州织金菌种在种植方法及原材料的产量和占比情况见表 4。

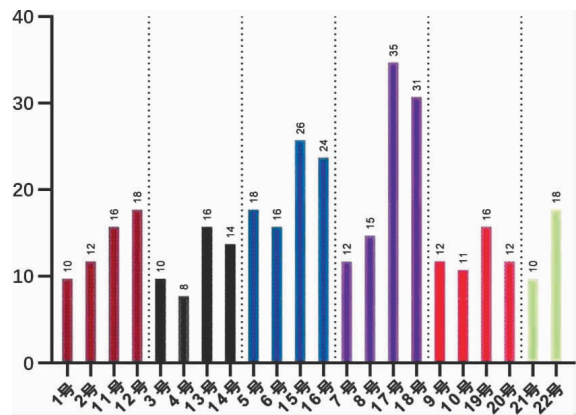


图 3 各试验地序号竹荪产量

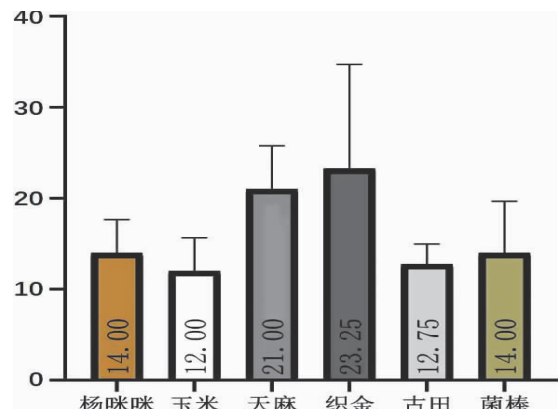


图 4 竹荪平均产量和标准差

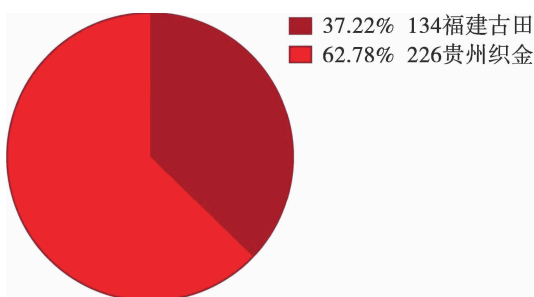


图 5 贵州织金和福建古田菌种产量占比

表 2 种植方法和不同原材料种植竹荪的产量

	杨咪咪 树块	玉米 秸秆	天麻 废菌材	贵州 织金	福建 古田	废菌 棒覆土
	10	10	18	12	12	10
	12	8	16	15	11	18
	16	16	26	35	16	
	18	14	24	31	12	
平均值	14	12	21	23.25	12.75	14
标准偏差	3.65	3.65	4.76	11.44	2.22	5.66

表 3 种植方法及原材料的产量和占比情况

种植方法及原材料	竹荪数量/个	占比率/%
织金种植方法	93	25.83
天麻废菌材	84	23.33
杨咪咪树块	56	15.55
古田种植方法	51	14.16
玉米秸秆	48	13.33
菌棒覆土	28	7.77
合计	360	100

表 4 贵州织金菌种在种植方法及原材料的产量和占比情况

种植方法及原材料	竹荪数量/个	占比率/%
织金种植方法	66	29.20
天麻废菌材	50	22.12
杨咪咪树块	34	15.04
玉米秸秆	30	13.27
古田种植方法	28	12.38
菌棒覆土	18	7.96
合计	226	100

4 结论和讨论

综合试验基地产量数值,结果表明:在小草坝气候条件下,贵州织金红托竹荪菌种产量占比为 63%,福建古田红托竹荪菌种产量占比为 37%,说明贵州织金竹荪更适合小草坝当地气候条件。在相同气候和菌种条件下,贵州织金种植方法产量占比 25.83%,天麻废菌材种植方法下产量占比 25.83%,杨咪咪树块种植方法下产量占比 15.55%,古田种植方法下产量占比 14.16%,玉米秸秆种植方法下产量占比 13.33%,菌棒覆土产量占比 7.77%。而贵州织金菌种(同一种红托竹荪菌种)在 6 种不同的种植方法之下,贵州织金种植方法下产量占比为 29.20%,天麻废菌材种植方法下产量占比 22.12%,杨咪咪树块种植方法下产量占比 15.04%,古田种植方法下产量占比 12.38%,玉米秸秆种植方法下产量占比 13.27%,菌棒覆土产量占比为 7.96%。

综上所述所有因素下,基于小草坝气候条件,在不同菌种同一种种植方法和相同菌种不同种植方法之下,贵州织金竹荪菌种在织金种植方法之下产量最佳,收益最大。但是使用天麻废菌材种植竹荪,无论是相同菌种不同的种植办法还是不同菌种相同的种植办法,试验数据都清晰表明,贵州织金种植方法与天麻废菌材种植方法相比较,二者差距甚小,考虑到可能此过程中存在一系列不可描述性误差,结合昭通小草坝当地情况,使用天麻废菌材作为原料套种竹荪,其经济成本优于织金种植方法,因为小草坝作为世界天麻原产地,每年产生大量废菌材难以被消化,而这一试验数据,为之后的小草坝的竹荪大量种植,提供一定的依据,解决一些该地待解决的问题。通过循环利用资源,避免了废菌材的环境污染,提高了产业结构,增收、增产,使农民致富,达到该地资源利用最大化,经济收益最大化与可持续发展的目的^[28-29]。

参考文献:

[1] 彭超,艾文胜. 棘托竹荪的林下种植技术[J]. 林业与生态, 2021(11):38-39.

[2] 郭渝南,刘晓玲,范娟. 竹荪的营养与药用功效[J]. 食用菌,2004(4):44-45.

[3] 张静雯. 竹荪的营养价值及食用方法[J]. 甘肃农业,2011(1):87-88.

- [4] 肖纪金. 竹荪与农作物套种栽培技术探究[J]. 农技服务, 2016, 33(5): 57-58.
- [5] 杨珍, 吴迪, 黄筑, 等. 红托竹荪的研究与栽培应用[J]. 种子, 2014, 33(12): 48-51.
- [6] 刘玉玲, 赵伟, 迟元凯, 等. 红托竹荪层架式种植技术研究[J]. 现代农业科技, 2022(3): 67-70.
- [7] 刘朝富. 贵州安龙县发展红托竹荪种植助农增收[J]. 食用菌, 2021, 29(5): 460.
- [8] 郑元红, 黄文林, 李启华, 等. 贵州红托竹荪(织金竹荪)高效栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2011(5): 49-50.
- [9] 李启华, 周金忠, 牟东岭, 等. 织金县竹荪产业发展现状及对策[J]. 现代农业科技, 2015(9): 113-114.
- [10] 赵建勋, 徐川江. 昭通地区竹荪人工栽培开发研究初报[J]. 云南农业科技, 1993(5): 25-27.
- [11] 蒋维艳. 简述农业技术推广与田间试验的一般方法[J]. 农技服务, 2008(5): 118-120.
- [12] 刘鹏, 曹永直, 彭成江, 等. 利用天麻空窝和废菌材栽培白鬼笔技术[J]. 食用菌, 2022, 44(1): 49-51.
- [13] 蔡翠芳. 竹荪发酵料高产栽培技术[J]. 食用菌, 2013, 35(5): 56.
- [14] 杨学坤, 蒋晓, 胡瑶玫. 日光温室补光技术的应用现状分析与对策研究[J]. 农产品加工, 2017(14): 71-74.
- [15] 刘洋. 田间试验下石灰与生物质炭施用对雷竹林酸化土壤的改良效应研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021.
- [16] 彭超, 艾文胜, 谢韵帆, 等. 竹基质与菌种密度对棘托竹荪产量及营养品质的影响[J]. 热带作物学报, 2020, 41(6): 1100-1107.
- [17] 杨莹, 贾兴焕. 竹林下复合种植让废弃竹林焕新颜[J]. 中国农村科技, 2020(3): 42-44.
- [18] 高素菊. 野外生料栽培竹荪[J]. 农家参谋, 2000(2): 28.
- [19] 刘鹏, 曹永直, 彭成江, 等. 利用天麻空窝和废菌材栽培白鬼笔技术[J]. 食用菌, 2022, 44(1): 49-51.
- [20] 郑元红, 黄文林, 李启华, 等. 贵州红托竹荪(织金竹荪)高效栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2011(5): 48-50.
- [21] 高允旺. 依托科技办社的好例子: 记福建南平顺昌大历竹荪专业合作社[J]. 中国农民合作社, 2010(4): 58-59.
- [22] 王裕霞, 廖焕琴, 陈新宇, 等. 丛生竹林下竹荪富硒菌棒覆土栽培技术[J]. 世界竹藤通讯, 2021, 19(4): 21-27.
- [23] 梁俊峰, 禹飞, 史静龙. 棘托竹荪连作对根际土壤细菌的影响[J]. 湖南生态科学学报, 2019, 6(2): 1-10.
- [24] 杨正谷, 龙咸芝. 红托竹荪高产种植技术规程[J]. 基层农技推广, 2014, 2(8): 64-65.
- [25] 李舟鑫, 王斌, 陈艳霞, 等. 大棚种植红托竹荪的温湿度管理: 基于这艾村的观测数据[J]. 农技服务, 2021, 38(1): 129-131.
- [26] 林冰, 张翔宇, 魏玮. 古田县城区人居环境气候舒适度分析[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2020, 32(3): 306-310.
- [27] 刘子琦. 贵州织金地区千年气候环境变化特征分析[J]. 人民长江, 2013, 44(1): 30-33.
- [28] 张进强, 周涛, 江维克, 等. 天麻种植生产的生态循环利用模式分析[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(9): 2036-2041.
- [29] 张进强, 周涛, 郭兰萍, 等. 天麻-冬荪轮种模式的生态效益研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(3): 457-462.