

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240329003

优质粗毛纤孔菌设施化栽培技术

朱万芹 陈 飞 冯 敏 柴林山 张疏雨 韩 冰 谢存一 桓明辉

(辽宁省微生物科学研究院, 朝阳 122000)

摘要:珍稀药用真菌粗毛纤孔菌野生资源十分匮乏, 优异种质资源更为稀缺, 人工栽培还处于起步阶段。现将采自辽宁西部百年桑树的野生粗毛纤孔菌进行设施化栽培, 从母种制备、二级种制备、养菌、转色、病虫害防治、子实体培养等方面总结出一套适合辽西地区的栽培技术, 按此技术栽培所获得粗毛纤孔菌品质优良, 该技术为推广栽培药用菌野生资源提供了一定的技术支持。

关键词:优质; 粗毛纤孔菌; 设施化; 栽培技术

Facility Cultivation Technology for High-Quality *Inonotus Hispidus*

ZHU Wanqin, CHEN Fei, FENG Min, CHAI Linshan, ZHANG Shuyu,

HAN Bing, XIE Cunyi, HUAN Minghui

(Microbial Research Institute of Liaoning Province, Chaoyang 122000, Liaoning)

粗毛纤孔菌(*Inonotus hispidus*)又名粗毛黄褐孔菌或粗毛黄孔菌, 是桑黄的一个种, 从秦汉时期到清代的多部本草著作中都有记载, 有久远的药用历史^[1]。据现代医学研究表明, 粗毛纤孔菌的子实体含有丰富的多糖、黄酮、多酚、三萜类物质等, 具有抗

肿瘤、抗病毒、抗炎、降血糖、降血脂、保肝、增强免疫力及抗氧化等多种功效, 在食品、医疗、保健等多个领域都具有应用价值和开发潜能^[2]。粗毛纤孔菌寄主主要有水曲柳、榆树、杨树、桑树等, 在桑树上十分罕见。野生粗毛纤孔菌子实体匮乏, 对长于桑树的粗毛纤孔菌子实体的设施化栽培的报道很少^[3]; 不同采集来源(树种、地域、生长环境)可能存在不同的种质特点, 是丰富种质资源的重要途径, 也是获得优异种源的重要机会。本研究粗毛纤孔菌材料采自

陈飞为共同第一作者

基金项目: 辽宁省农业科学院学科建设项目(2022DD154625);

辽宁省民生科技计划联合计划项目(2021JH2/10200045)

通信作者: 桓明辉

肖洁, 阳苇丽, 黄玲, 盛玉珍, 赖佳. 四川雪茄烟优质高效栽培技术. 四川农业科技, 2022(3): 8-11

[5] 陶健, 刘好宝, 辛玉华, 刘光亮, 王程栋, 徐宜民, 梁洪波, 王树声. 古巴 Pinar del Rio 省优质雪茄烟种植区主要生态因子特征研究. 中国烟草学报, 2017, 22(4): 62-69

[6] 张迪, 李东亮, 黄洋, 朱贝贝, 麻栋策, 蔡文, 杨涓. 品种和栽培措施对雪茄烟叶质量影响的研究进展. 安徽农业科学, 2021, 49(6): 23-25, 29

[7] 任天宝, 阎海涛, 王新发, 赵铭钦, 刘国顺. 印尼雪茄烟叶生产技术考察及对中国雪茄发展的启示. 热带农业科学, 2017, 37(3): 89-93

[8] 杨春元, 陆新莉, 王柱玖, 秦佳福, 雷庭, 柏海, 杨秀飞, 李余湘, 叶

定勇, 罗正友, 林英超. 贵州独山雪茄烟调查报告. 湖北农业科学, 2021, 60(12): 101-106, 118

[9] 卢瑞琳, 刘路路, 胡希, 叶科媛, 钟秋, 邹宇航, 时向东. 不同采收时间对雪茄烟叶产质量的影响. 河南农业科学, 2021, 50(10): 51-59

[10] 王跃金, 胡小东, 汪华国, 周任虎, 陆瀛龙, 陈岗, 张林慧, 李学林, 李建明, 王文伦. 元谋雪茄烟叶晾制. 现代农业科技, 2023(18): 197-200

[11] 徐世杰, 王洁, 王慧方, 杜佳, 李珍, 徐丽芬, 李爱军, 时向东. 调制过程中不同温湿度条件对海南雪茄茄衣烟叶质量的影响. 山东农业科学, 2016, 48(1): 29-34

(收稿日期: 2024-04-09)

辽西百年活体桑树,生物学性状独特,功能成分如黄酮、粗多糖及多酚含量较高,品质优良,具有潜在的开发价值。

1 优质粗毛纤孔菌菌种来源

本研究材料采自辽宁西部朝阳一株百年健壮活体桑树,采用形态学观察及内部转录间隔区(ITS, Internal transcribed spacer)序列分析方法对其进行鉴定,鉴定结果为粗毛纤孔菌(*Inonotus hispidus*)。先后在辽宁喀左县和辽宁朝阳龙城区不同地域设施大棚内进行规模化种植,对所获子实体进一步选育,并获得优质菌株。

2 粗毛纤孔菌子实体品质特点

子实体无柄,平展至半圆形,新生子实体表面较光滑、呈棕黄色,边缘白色,有劲道,韧性强,不易碎,可手撕成片,有明显菇香,口感微甜;成熟子实体表面覆盖黄褐色至暗褐色粗毛,菌盖边缘钝圆变硬,干燥子实体易碾成粉;子实体菌管管口多角形,色泽略浅于菌肉;孢子近圆形,表面光滑,黄色,有明显厚壁,个体偏小,大小为(5.5~7.5) μm × (4.0~5.5) μm ,平均长 6.1 μm 、宽 5.1 μm ,长宽比 1.2,子实体形态见图 1。粗毛纤孔菌子实体商品性状好,平均粗多糖含量 5.50%,是国内现在栽培的粗毛纤孔菌的 2.04 倍;平均总黄酮含量 11.82%,是国内现在栽培的粗毛纤孔菌的 3.16 倍;平均多酚含量较高,为 1.2%。

3 粗毛纤孔菌设施化栽培技术

3.1 母种制备

3.1.1 菌种母种培养基配方 马铃薯 20%,葡萄糖 2%,蛋白胨 0.3%, KH_2PO_4 0.3%, MgSO_4 0.15%,维生素 B_1 10mg/L,琼脂粉 1.5%,pH 值 6.0

3.1.2 母种分离、纯化、制备 带好无菌手套,左手捏住粗毛纤孔菌菌盖中央,右手用无菌刀片沿着子

实体基部轻轻切下,采集的新鲜子实体用无菌滤纸吸干表面,轻拿轻放,尽量固定不滑动,装入事先准备的无菌取样袋里,带回实验室。采用组织分离法,在超净工作台上用无菌镊子小心取出粗毛纤孔菌子实体,用酒精棉球擦拭粗毛纤孔菌子实体表面,再将子实体在酒精灯的火焰上迅速通过 3~4s 进行表面杀菌,在无菌平皿中切下粗毛纤孔菌新鲜菌块约 1cm^3 ,放入 75% 酒精中浸泡消毒 30s,经无菌水冲洗后使用无菌滤纸吸干表面水分,用无菌解剖刀切去样材表面,用接种针勾取远离边缘处的菌肉 0.1~0.2 cm^3 置于预先倒入母种培养基平皿的中间,每皿接 1 个点于皿中心处,置于培养箱内 25~26 $^{\circ}\text{C}$ 倒置恒温避光培养。2~3d 萌发出鸭毛黄菌丝后再培养 8~10d,待菌落直径长大至 3~4cm,挑取菌落中无污染、生长整齐健壮的外围菌丝,转入另一新鲜的母种培养基平皿中,同前操作 2~3 次进行纯化、优选后,接入试管斜面母种培养基上培养满管,低温保藏备用。

3.2 二级固体菌种制备 二级固体菌种配方为硬杂木屑 25%,桑木屑 50%,麦麸 15%,葡萄糖 2%,豆粕 3%,玉米粉 3%,石膏 1%,红糖 0.7%, KH_2PO_4 0.2%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.1%。将粗毛纤孔菌斜面菌种置于无菌环境中,挑取直径约 1cm^2 斜面上新鲜的粗毛纤孔菌菌片 3~5 片,接入瓶装二级种固体培养基表面,轻微按压,使其与料面充分接触,25 $^{\circ}\text{C}$ 恒温避光培养 20~30d 后白色菌丝可长至满瓶,菌丝健壮、致密,备用。

3.3 栽培袋制备 培育粗毛纤孔菌要选择营养丰富的阔叶硬杂木屑,将木屑粉碎成 2~3mm 的颗粒,选取较新鲜、无霉菌污染、除去杂质的料材。栽培袋配方为硬杂木屑 45%,桑木屑 30%,麦麸 15%,蔗糖



A: 桑树野生粗毛纤孔菌子实体; B: 设施化栽培粗毛纤孔菌幼体; C: 设施化栽培粗毛纤孔菌成熟子实体

图 1 粗毛纤孔菌子实体形态

2%, 红糖 1%, 豆粕 3%, 玉米粉 3%, 石膏 1%, 碳氮比为 62~64:1。预先将木屑、麦麸、玉米粉和豆粕干料充分混和, 后用水将糖和石膏溶解, 均匀喷洒在混合料上进一步搅拌均匀, 根据木屑的干湿度调节加水量。混合配料的含水量应控制在 62%~65%。

3.4 设施培养室养菌 养菌过程温度控制最为重要。接种后将菌棒移至可控温的发菌室, 在立式架上架平、放整齐, 菌袋口朝向一致, 发菌时架式横排摆放, 每 100m² 约可摆放 2500 个菌袋, 并保持养菌室的干净、整洁, 避光和通风。培养室内要控制好温度, 温度控制采用“前高、后低”的方式, 前期温度控制在 24~26℃ 之间, 促使菌丝快速萌发, 加速菌丝生长速度; 待室温降到 22~24℃, 适时放慢菌丝生长速度防止陡长, 偏低温度促使菌丝生长粗壮。当菌丝长满菌袋 3/4 时培养室内湿度控制在 60%~70%, 日通风 1~2 次, 每次通风时间约为 20min。菌袋进入养菌室后, 需密切关注菌袋污染状况, 培养 3~5d 后开始经常检查菌袋的染菌情况, 有杂菌污染的菌袋要及时挑出清理, 以免扩散蔓延。

3.5 设施菌棚准备

3.5.1 设施化菌棚搭建要求 根据辽西地区气候条件, 粗毛纤孔菌菌棒进棚下地可从夏初的 5 月底至 6 月初开始, 生长至 10 月底, 生长期要经过一个高温的夏季, 因此降低温度, 确保湿度、通风良好是粗毛纤孔菌子实体形成的重要前提。粗毛纤孔菌菌棚应建在地势平坦、临近水源、排水通畅、采光适度、便于管理的地带。采用双层拱形棚, 棚膜外加遮荫网, 遮荫度达到 70%~80%, 可方便调节温度、光照。建棚规格一般长 40~50m, 跨度宽 8~10m, 棚举架高 2.5m, 前后檐高 1.8m, 四边底部用塑料布围成 30cm 高的围栏。当去除棚周薄膜进行通风时, 可以避免风直接吹向粗毛纤孔菌菌棒, 促进子实体生长且降低杂菌污染率。棚外面开好排水沟; 棚内设置双排微喷管, 相邻微喷管头间间距 1.5~2.0m, 既可节约用水又可满足菌棒的用水需求。

3.5.2 棚内摆棒平台的处理 首先要将设施棚地表整平, 铺 5cm 厚的沙土, 沙土预先过筛去掉碎石杂物, 在烈日下暴晒 2~3d, 利于排涝和保持棚内湿度。也可采用保湿性良好的砖铺地面, 按东西走向整理出摆棒平台, 平台宽 150~180cm, 平台过道宽 40cm、深 10cm, 摆棒平台长度因棚而异, 一般安排 3 排过

道, 棚膜和遮荫网打开暴晒 2~3d, 按 0.05kg/m² 的用量向地面倾撒石灰粉, 以防地面杂菌。

3.5.3 菌袋进棚 辽西地区在 5 月末至 6 月初选择温度较高的晴好无风天气, 日出后日落前将菌袋运进棚内摆袋, 搬运时禁止野蛮装卸, 动作要轻, 可防止菌袋搬运时袋、料分离进入空气而加大污染率。摆袋行间距约 25cm, 邻行间菌棒交错排列, 有利于通风和防止子实体长大触碰、粘连, 保证子实体的商品品质。

3.6 设施棚内管理

3.6.1 转色管理 菌棒养菌满袋后, 环境的调节可使菌棒颜色发生改变, 光照和温度是转色的重要因素。可在白天卷起棚外遮荫网, 通过 400~500Lx 的散射光光线照射, 每天向地表面喷水 1~2 次, 调整空气相对湿度在 70%~80% 之间, 温度控制在 22~26℃ 之间, 棚口通风将 CO₂ 浓度控制在低于 1000mg/kg, 通常 10~15d 转色完毕, 菌棒表面由白色转为淡黄色或黄色, 菌丝内营养物质积累更丰富, 分解转化碳、氮源的能力更强, 进一步促进了菌丝的代谢能力, 有利于提高粗毛纤孔菌的产量和品质。

3.6.2 菌袋割口 菌棒移到大棚后受到棚内较大的昼夜温差刺激和光照刺激, 菌丝体生长健壮、转色均匀, 菌袋颜色变黄或长有棕黄色突起。选择晴好天气, 在温差小、气温 15~25℃ 时进行棚内割袋, 以保证子实体长出。割袋时戴上无菌手套或酒精棉球擦手, 割袋刀片用 75% 酒精浸泡消毒, 各在菌棒上、下 1/3 处割 2~3 个口, 割口宽度约 5mm, 长度 5~6cm。

3.7 病虫害防治

3.7.1 病害防治 由于高温高湿的环境, 粗毛纤孔菌在栽培过程中易染杂菌, 木霉菌、绿霉菌、链孢霉菌等较为常见。应选择无霉变、无污染的栽培料原料, 并及时清除被杂菌污染的原料; 发菌期间染杂菌的菌袋要及时检出并从粗毛纤孔菌栽培场所清除, 去除被污染的栽培料袋后, 可用生石灰喷洒地面或进行短期降温、通风处理防治; 割袋时注意人员手及刀片的消毒, 最大限度降低污染率。

3.7.2 虫害防治 粗毛纤孔菌的主要虫害有菌蚊、菌蝇、造桥虫、夜蛾虫等。可在栽培棚内张挂黄色粘虫板防治菌蚊、菌蝇; 在栽培棚内悬挂频振式杀虫灯诱杀造桥虫。虫害防治过程中, 不要使用化学杀虫剂。同时, 清除栽培棚周边杂草, 及时排水排涝、防

止积水,可有效减少虫害的发生。

3.8 子实体形成管理 在子实体形成的过程中,温度、湿度、光照都是重要的影响因素。粗毛纤孔菌属于喜温、喜湿、好气型真菌,大棚内温度以 25~29℃为宜,32℃以上其生长将受到明显抑制;可以通过灌溉的方法调节土壤湿度在 50%~60%之间;通过微喷的方法喷水 4~5 次/d,可调节棚内空气湿度在 85%~92%之间。粗毛纤孔菌子实体形成还需要一定的光照条件,可将菌棚四周棚膜打开卷起约 1.5m,保持散射光强度 400~500Lx。除此之外,通风也是粗毛纤孔菌菌丝生长代谢、子实体形成的重要环节,在高温季节,通风可降低棚内温度,增大空气流通及日夜温差,有利于提高粗毛纤孔菌子实体表面光洁度,提高品相。通风换气次数为 2~3 次/d,每次 15~25min。一般菌袋割口后 5~10d 可形成子实体。

3.9 采收管理 子实体从开始形成到成熟需 30~40d,应根据粗毛纤孔菌子实体的大小、质地致密度、颜色、软硬状态及时采收。当粗毛纤孔菌呈半圆形,直径达 10cm 以上,质地紧实,菌盖边缘从白色变为橙黄色再变为黄棕色,边缘变硬时即可采收。一般 8 月份采收第 1 潮,采收前降低湿度,2~3d 前停止喷水和通风,在菌棒上套上孢子收集袋收集成熟的孢子粉。收获粗毛纤孔菌时,用刀将子实体基部直接切除,自然干燥或 50~60℃烘干至含水量为 10%~12%,然后将其装袋出售或存放在阴凉干燥处进一步精深加工。采收后参照第 1 潮的管理办法,在 20d 后采收第 2 潮子实体。一般情况下,一年可

收获 2~3 潮。

4 结语

(1)本研究粗毛纤孔菌菌种来源于辽宁西部活体桑树,分离获得纯化菌株,品质优良。其新鲜子实体有明显菇香,有劲道,不易碎,口感微甜,可手撕成片,韧性强,干燥子实体易碾成粉,子实体所产孢子偏小^[4],性状稳定(以上均为首次报道);子实体商品性好,功能成分如粗多糖、总黄酮及多酚含量高,是值得推广和开发的优良品种。(2)粗毛纤孔菌栽培原料成本与其他食用菌品种相当,人工管理相对简单,每根菌棒成本不足 3 元,每棒产量 30g 以上,以目前市场售价 300 元/kg 计,收入可观,不失为乡村振兴的好项目。(3)粗毛纤孔菌野生资源稀少,难以找到大量的子实体,且受困于季节局限性,有必要对优质野生粗毛纤孔菌种质资源开展详尽的野外调查、搜集、筛选和保藏工作,丰富种质资源库,筛选发掘功能成分高的优质菌种,并加大栽培推广力度以满足日益增长的药用菌资源的市场需要。

参考文献

- [1] 包海鹰,杨烁,李庆杰,图力古尔,李玉. “桑黄”的本草补充考证. 菌物研究,2017,15(4): 264-270
- [2] 周苗,王豪,司静,孙一翡,高能,武冬梅,崔宝凯. 粗毛纤孔菌的生物学特性和抗氧化活性研究. 菌物学报,2023,42(4): 916-931
- [3] 宋永学,王晖,张东豪,杨帆,甄占萱,杨贵明. 寄生桑树的粗毛纤孔菌的人工栽培试验. 蚕业科学,2016,42(6): 1085-1091
- [4] 崔宝凯,戴玉成,杨宏. 对药用真菌——粗毛纤孔菌(“桑黄”)的再认识 // 中国菌物学会. 全国药用真菌学术研讨会论文集,2008: 47-51

(收稿日期: 2024-03-29)

2024 年农业基因编辑生物安全证书(生产应用)批准清单

基因编辑产量性状改良玉米 179AC19-13-13 和基因编辑抗病小麦 MLO-KNRNP 经农业转基因生物安全委员会评价合格,予以发放生产应用安全证书。

序号	审批编号	申报单位	项目名称	有效期	有效区域
1	农基安证字(2024)第 053 号	山东舜丰生物科技有限公司	突变 <i>Br2</i> 基因产量性状改良玉米 179AC19-13-13 生产应用的安全证书	2024 年 5 月 7 日至 2029 年 5 月 6 日	全国
2	农基安证字(2024)第 054 号	苏州齐禾生科生物科技有限公司 中国科学院遗传与发育生物学研究所	突变 <i>TaMLO-A1</i> 、 <i>TaMLO-B1</i> 、 <i>TaMLO-D1</i> 和 <i>TaMLOX</i> 基因抗病小麦 MLO-KNRNP 生产应用的安全证书	2024 年 5 月 7 日至 2029 年 5 月 6 日	全国