

## 优质灵芝孢子粉培育与质量安全栽培控制技术研究

李朝谦<sup>1</sup>, 蔡为明<sup>2</sup>, 李明焱<sup>3</sup>, 吴子敬<sup>4</sup>, 韩省华<sup>5</sup>, 陈济<sup>6</sup>, 李春<sup>1</sup>,  
韩鸿翼<sup>7</sup>, 陈婷<sup>5</sup>, 徐萌<sup>8</sup>, 毛必庆<sup>9</sup>, 叶晓菊<sup>10</sup>, 李孝进<sup>11</sup>, 毛作明<sup>9</sup>

<sup>1</sup>龙泉市兴龙生物科技有限公司, 浙江龙泉 323700; <sup>2</sup>浙江省农科院园艺研究所, 浙江杭州 310021;

<sup>3</sup>浙江金华寿仙谷药业有限公司, 浙江武义, 321200; <sup>4</sup>龙泉市天和农业集团有限公司, 浙江龙泉 323700;

<sup>5</sup>杭州华丹农产品有限公司, 浙江杭州, 310024; <sup>6</sup>东台市济民生物科技有限公司, 江苏东台 224221;

<sup>7</sup>浙江省华丹农业微生物资源应用研究院, 浙江杭州, 310024; <sup>8</sup>温州医科大学仁济学院, 浙江温州 325035;

<sup>9</sup>龙泉市毛必庆灵芝发展有限公司, 浙江龙泉 323700; <sup>10</sup>龙泉市食药菌产业办公室, 浙江龙泉 323700;

<sup>11</sup>龙泉市佳进食用菌专业合作社, 浙江龙泉 323700

关键词: 灵芝; 孢子粉; 栽培; 质量; 安全

联系方式: E-mail: lqlicq@163.com

摘要: 在灵芝育种、栽培环境选择, 病虫害防治, 孢子粉培育与扎袋套筒收集孢子粉的关键技术基础上, 通过建立试验基地, 检索查新应用新方法, 与科研院所合作, 申报项目, 研究出配套的优质灵芝孢子粉安全栽培技术; 满足了加工业对产品原料质量安全性的要求及法律法规对产品质量安全的要求, 对药品保健食品原料可追溯制度的实施, 对产业健康发展有积极意义, 可推广应用。

Based on the key technologies of *Ganoderma lucidum* breeding, cultivation environment selection, pest control, spore powder cultivation and bag-tying sleeve collection of spore powder, through establishing a test base, we search novelty and use new methods, cooperate with scientific research institutes, report projects, and research the matching high-quality *Ganoderma lucidum* spore powder safe cultivation technology; this technology ensure the requirements of the processing industry on the quality and safety of product raw materials and the laws and regulations on the quality and safety of products, implementing a traceability system for pharmaceutical and health food raw materials, having positive significance for the healthy development of the industry, so this technology is able to be popularized and applied.

### 1 研究背景

灵芝是灵芝科 (*Ganoderceae*) 灵芝属 (*Ganoderma*) 真菌赤芝 (*Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst.) 和紫芝 (*Ganoderma sinense* (Zhao, Xu et Zhang)) 的总称, 具有扶正固本功效。灵芝是中华民族宝贵医药珍品, 我国最早药学著作《神农本草经》将其列为上品。2000年版《中国药典》将其列入其中。灵芝孢子 (*Ganoderma lucidum* spore) 是灵芝生长成熟后从菌盖弹射出来的极其细小生殖体, 具有灵芝的全部遗传活性物质灵芝在我国历史悠久, 但在灵芝野生条件下, 孢子粉无法采集, 孢子粉的采集应用是在人工栽培灵芝发展以后。我国上世纪 50 年代开始灵芝人工栽培, 至 90 年代几十年时间孢子粉采集处于试验、探索阶段。1999 年, 赵东旭在《灵芝孢子研究进展》中指出: “有关灵芝孢子的研究, 虽说已有近 20 年的时间, 但总的说来还停留在较为肤浅的水平。主要原因是灵芝孢子的收集比较困难, 不易得到大量的材料以供研究”。他呼吁“开展更有效的孢子粉收集方法的研究, 以便于大量收集孢子粉”<sup>[1]</sup>。

孢子粉栽培无法形成产业化规模, 主要原因是孢子粉产量低, 栽培缺乏经济效益。1987 年王淑芳对室内瓶栽的代料灵芝孢子粉产量研究观察“菌盖大而厚的子实体, 每株灵芝孢子粉产量可达 5.8-7.45 克”<sup>[2]</sup>。1990 年吴俱等人研究, 单株灵芝孢子粉产量 2.64-4.61 克<sup>[3]</sup>。1997 年徐新春等人研究了野外栽培段木灵芝孢子粉“菌盖厚度 1 公分以上的子实体单株平均每天可收孢子 0.8-1.4 克, 可连续采收 39 天。”<sup>[4]</sup>。这些研究反映了上世纪末期我国孢子生产水平。2003 年浙江科技信息研究院对全国灵

芝孢子粉产量进行了科技查新,检索了全国 19 个科技数据库,取得 18 篇相关文献,当时全国最高单位产量是天津气象研究所,孢子粉与子实体产量之比为 3.6%<sup>[5]</sup>。“千斤灵芝采集一斤粉”是当时媒体频频炒作的“经典数据”。

我国孢子粉产业化栽培起步在本世纪初,2001 年孢子粉扎袋套筒技术问世,大幅度提高了孢子粉产量。2007 年现场检测孢子粉产量达 134.1%<sup>[6]</sup>,比科技查新产量 3.6% 提高了 37 倍。栽培有良好经济效益,新技术很快推广,产业化规模栽培迅速形成,对孢子粉产品质量安全提出了新要求。

### 1.1 产业化栽培要求质量安全栽培技术

随着孢子粉产量和栽培效益提高,以培育孢子粉为生产目标的“育粉型”栽培模式应运而生,产业化规模迅速扩大。金鑫等人研究 2015 年全国灵芝和孢子粉栽培面积 15 万亩,产量 12 万吨<sup>[7]</sup>。笔者 2016 年调查在陕西、四川、云南、安徽四省 11 户灵芝栽培业绩,户均培育灵芝和孢子粉 24.5 吨,龙泉及周边庆元、云和等县 1500 多人在全国栽培灵芝孢子粉 3.6 万吨<sup>[8]</sup>。产业化栽培迅速发展,迫切要求产品质量安全栽培技术。

### 1.2 加工业迅速发展,要求原料产品质量安全

孢子粉产业化栽培,使加工业有了充足原料,促进了加工业发展。据调查目前我国经国家食品药品监督管理局批准的以孢子粉为原料的孢子粉胶囊,孢子油胶囊等产品药字号,健字号批文 110 号,灵芝孢子粉知名企业浙江金华寿仙谷药业 2017 年销售额 4.6 亿元,上市股票从原始股 11.5 元上升到 46 元,增长了 4 倍。蓬勃发展的孢子粉加工业要求原料质量安全。

### 1.3 法律法规监督产品质量安全

近几年国家公布一系列食品安全法律、法规。灵芝孢子粉是药品、保健食品加工原料,受其监督。2015 年 4 月公布的《食品安全法》明确规定:“国家建立食品安全可追溯制度”“不得使用国家明令禁止的农业投入品”“禁止使用剧毒、高毒农药”<sup>[9]</sup>。灵芝孢子粉管理相关部门和行业协会也出台一系列产品质量标准,都监督着孢子粉产品质量安全。

## 2 研究方法

### 2.1 建立试验基地,研究质量安全技术

1992 年以来不间断建立试验基地,对孢子粉质量安全栽培技术进行连续试验研究,取得一个又一个技术创新成果。2003 年,野外栽培灵芝粉高产优质培育技术研究,经浙江省科技厅组织成果鉴定“技术达国内领先”<sup>[10]</sup>。2009 年,《灵芝孢子粉培育历史性重大突破》论文在第五届国际药用菌大会上发表<sup>[11]</sup>。论文介绍了专利技术培育孢子粉纯度,活性物质含量,CO<sub>2</sub> 超临界提取孢子油得率等方面质量安全指标。2010 年,从上海引进灵芝良种“沪农灵芝 1 号”,组织试验示范,研究菌种特性,推广面积 3 万多亩。《沪农灵芝 1 号品种特性研究报告》论文在全国第十届药用真菌学术研讨会上发表<sup>[12]</sup>。2018 年,诱变选育了“育粉型”灵芝新品种龙芝 1 号。

### 2.2 检索查新,接轨科技发展前沿

为了及时掌握国内外项目技术发展动态,使项目研究与国内外科技发展前沿接轨,有高起点,20 多年来进行了大量科技检索,三次委托专业科技信息研究院进行国内国际查新,“扎袋套筒”技术研究就是在掌握国内外技术发展动态基础上进行的。三年时间,创造了世界上第一个高产量灵芝孢子粉专利技术。

### 2.3 科研院所合作,获得技术支撑

质量安全每一项研究都与国家科研院所合作,得到国内知名专家指导,获得有力技术支撑。2001 年,“野外栽培灵芝粉高产优质培育”技术研究,中国医科院药用植物所杨春清教授多次深入基地指导,并担任技术鉴定专家。2006 年至 2017 年,一直与上海农科院食用菌研究所合作,组织菌种试验、合作推广新品种“沪农灵芝 1 号”,进行产品成份检测,两次在全国重要学术会议上联合发表论文。张劲松、唐庆九、王晨光、刘艳芳、唐传红等多位灵芝专家到试验基地指导。2010 年至 2018 年,灵芝新品种“龙芝 1 号”选育,浙江省农科院蔡为明研究员、金群力副研究员深入基地指导,合作开展灵芝新品种选育,

设计品比试验,考察试验数据,帮助试验总结。中国农大王贺祥、张国珍教授、中国医科院药物所研究员陈若芸等国内知名灵芝专家都到孢子粉栽培技术试验基地现场指导。

## 2.4 申报项目,争取资金支持

20多年来前后申报、承担了国家及省级研究项目6项,获得政府资金扶持,为项目研究创造了良好条件。

## 2.5 积极推广,技术成果应用于产业化栽培

项目研究坚持“试验-示范-推广”三步走原则,采取一套行之有效的措施,把创新技术推广应用于产业化生产。

- (1)把技术编成深入浅出,通俗易懂的技术材料。
- (2)举办培训班,讲清技术要点,解答技术难题。
- (3)在推广地区建立示范点。
- (4)召开现场会,现场推广创新技术。
- (5)评比奖励,制订评选标准和奖励等级,激励栽培人员应用新技术。
- (6)网络培训,在电视台举办新技术讲座,在报刊上介绍推广技术。

几年来,前后举办技术培训班50多期,印发技术资料4000多份册,召开现场技术会议20多次,组织评比奖励3次,电台技术讲座4次,使质量安全栽培技术很快在生产上推广应用。

## 3 研究结果

### 3.1 系统地研究出一套灵芝孢子粉质量安全栽培技术

#### (1)选用优良菌种

在孢子粉质量安全栽培中选用什么菌种是项目研究关键。我国灵芝种质资源丰富,人工栽培灵芝菌种来源于野生灵芝驯化,国外菌株在国内诱变选育,原生质体融合等技术获得。我国2007年开始灵芝菌种选育审定,现经国家和省级品种审定委审定的新品种19个<sup>[7]</sup>。在这些菌种中,经我们试验研究,龙芝1号、沪农灵芝1号,仙芝1号,仙客来灵芝1号是栽培灵芝孢子粉产品质量安全优良菌株。这些菌种具有良好品种特性,其特点是:(1)孢子粉产量高,以孢子粉与灵芝子实体干重产量之比计算可达130%-145%,栽培有良好经济效益。(2)活性物质丰富,多糖含量3.25%-3.75%,三萜含量0.6-0.78%。(3)颗粒饱满,套筒培育50天左右采收的孢子粉CO<sub>2</sub>超临界提取孢子油得率可达26.9-27.76%。选用这些菌种栽培的灵芝孢子粉产品质量安全。

#### (2)栽培环境选择

灵芝孢子粉的重金属和农药残留量是产品质量安全的重要指标,其来源于基地周边环境、基地用水、土壤、椴木以及相应的农事操作等相关因子的聚集。为了孢子粉质量安全,我们事前都对基地用水按生活应用水GB5749-2006标准检测重金属等相关指标,土壤和培养基段木按土壤环境质量GB15618-2018标准检测,环境符合要求再进行栽培。

#### (3)病虫害防治技术

灵芝孢子粉栽培三分之二时间在培育灵芝子实体。在这阶段中与孢子粉质量安全直接相关的是病虫害防治。灵芝栽培中绿霉菌是发病频率和危害程度最高的病害,木霉丛梗孢科木霉属真菌,学名 *Trichoderma viride*。在灵芝栽培各个阶段都有发生。生长期侵染生活力较弱的灵芝菌蕾,消耗菌材养料,并分泌毒素,抑制灵芝菌丝发育。青霉菌是真菌一种子囊菌,学名 *Penicillium sp.* 灵芝的斜面菌种、段木菌丝、子实体菌柄及菌盖下的多孔组织均可受其感染。灵芝主要虫害有灵芝谷蛾,5月中下旬化蛹羽化幼虫从灵芝子实体幼嫩部位蛀食进入,排出粪便,使灵芝腐烂;灵芝膜喙扁蜂,钻入灵芝段木蛀食做巢危害灵芝;白蚁蛀食灵芝菌段,以段木灵芝菌丝作食料危害灵芝。

病虫害防治坚持预防为主,综合防治的原则,优先采用农业防治,物理防治,生物防治,科学合理使用高效低毒低残留化学农药防治。选择优良菌种,规范生产操作,严把原料灭菌关,接种关,菌段培养关。应用绿色防控技术,如吊挂粘虫板,杀虫灯等诱杀害虫。出芝期间严禁使用农药<sup>[14]</sup>。

#### (4) 孢子粉培育技术

灵芝菌盖白色生长圈消失,菌管口开始弹射孢子,进入孢子粉培育期。目前我国培育孢子粉方法主要有扎袋套筒,网篷培育,灵芝套袋,机械吸粉等技术。扎袋套筒就是以单个灵芝为单位建立独立封闭透气空间,接收弹射的孢子。网篷培育就是整畦灵芝为单位建立网篷,接收弹射的孢子。灵芝套袋就是用预制透气网布袋,逐个套住灵芝接收弹射的孢子。机械吸粉是以整棚灵芝为单位,空中架设吸粉器,吸收在空中飞扬的孢子粉。这些方法各有特点,但从孢子粉产品质量安全要求和市场评价看,孢子粉产品质量最好、最安全的是扎袋套筒技术。因为扎袋套筒采集的孢子粉彻底隔离了地面泥沙和外界杂质,纯度极高。

#### (5) 分期采收技术

孢子粉在热带亚热带地区,段木培养基有 80-110 天弹射期。在灵芝生长旺盛期,套筒 60 天左右采集的孢子粉质粒大,油多,新鲜质量好,提取孢子油得率可达 30%。基地培育的孢子粉应采取分期采收,套筒 60 天左右第一次采收,采收方法:取下套筒,刷下菌盖上孢子粉,将扎袋拉向一边,用勺子取袋内孢子粉。再套上套筒,继续培育孢子粉。后期采收的孢子粉会有空包,瘪包。可作二级粉使用。

#### (6) 第二年孢子粉质量安全技术

段木培养基第二年孢子粉仍有第一年 30%-50% 的产量。为了孢子粉质量安全首先要做好灵芝越冬管理,清理水沟,排清积水,在灵芝地面加盖稻草,使菌材在干燥温暖条件下过冬。清明以后气温回升,灵芝发育出现原基,要加强基地灭菌消毒,由于已栽培一年,病菌基数增加,危害加大,采用农业防治,使用高效低毒低残留农药等技术防治。第二年采收孢子粉作二级粉提供厂家选用,在产品标签上注明。

#### (7) 防风避雨晒干技术

采收灵芝孢子粉干燥是孢子粉质量安全又一环节。孢子粉颗粒小,机械烘干容易烘焦走油变质,露天摊晒受风雨影响,外界杂质容易混入,影响孢子粉质量。

项目研究创造了防风避雨晒干技术,在干燥地面建宽 5-5.5m,长 15-20m,高 2.2-2.5m 的晒干棚。地面铺盖尼龙,棚上铺盖透明白色尼龙,既防风又避雨,把采收的孢子粉利用太阳光照晒干,含水量 8% 以下收晒,该技术在干燥环节避免了杂质混入,保证了孢子粉质量安全。

#### (8) 包装、贮藏和标签

晒干孢子粉进厂过 300 目筛,净化细度和纯度。包装内用尼龙袋,外用纸箱或编织袋。包装孢子粉要贴产品标签,标明产品名称、规格、数量、生产日期、基地负责人姓名和联系电话,为产品质量追溯提供原始记录。孢子粉在低温、通气仓库贮藏,保质期一年。

采用这套栽培技术培育的灵芝孢子粉产品质量安全。孢子粉重金属和农药残留经中国计量认证 CMA(China Metrology Accreditation)和中国合格评定国家认可委员会(CNAS)认可的第三方检测机构检测,检测结果符合有机产品标准。孢子粉纯度 99% 以上,没有杂质。活性物质丰富,提取孢子油得率高。

### 3.2 获得自主知识产权

项目有授权发明专利 4 项,自主选育灵芝新品种 2 个,创世界纪录一项,在国际、国内学术会议及技术期刊发表论文 15 篇。2015 年“一种灵芝孢子粉培育和采集技术”获第十七届中国专利优秀奖。2017 年“灵芝新品种选育应用”获农业部中华神农科技进步二等奖。2017 年委托浙江科技信息研究院以“灵芝孢子粉高产优质产业化栽培技术研究”为题,孢子粉授权和公开实审发明专利为查新点,进行国内外查新,检索了国内 27 个国外 15 个数据库,检索相关文献 29 篇。查新结论:“在国内外所检相关文献中,除查新委托项目组成员公开的文献外未见其他提及。”项目技术达国际先进水平。

## 4 结论

通过系统、完整地研究总结的质量安全产业化栽培技术,对孢子粉加工企业原料质量安全,对药品保健食品原料可追溯制度实施,对灵芝产业健康发展有积极意义,可在孢子粉产业化栽培中推广应用。

## 参考文献

- [1] 赵东旭,杨新林,朱鹤孙等.灵芝孢子研究进展[J].中草药,1999,30(4):305-307.
- [2] 王淑芳,张荫麟,王成福.灵芝担孢子散发规律的观察[J].中草药,1987.
- [3] 吴棋,徐锦堂.光对灵芝生长发育的影响[J].中国药学杂志,1990.25(2):76-78.
- [4] 徐新春,徐鸿华,肖省娥.灵芝孢子散发和采集[J].中药材,1997.20(6):274-275.
- [5] 肖淑招,灵芝孢子粉的生产与采集技术[J].天津科技,1997.1:44.
- [6] 李朝谦,童丹峰,李春灵芝孢子产量研究[J].食用菌学报增刊,2010.116-119.
- [7] 金鑫,刘宗敏,黄羽佳等.我国灵芝栽培现状及发展趋势[J].食药用菌,2016(1):33-37.
- [8] 李朝谦,韩省华,叶晓菊等.龙泉市灵芝种植技术发展过程与推广经验[J].食药用菌,2017.25(4)226-230.
- [9] 食品安全法,2015第42,49,50条.
- [10] 浙科鉴字,<2003>095号(11).
- [11] 李朝谦.灵芝孢子粉培育历史性重大突破[C].2009年第五届国际药用菌大会论文集(英文版),467-469.
- [12] 李朝谦,唐传红,张劲松,等.沪农灵芝1号种性研究报告[C].2012.全国第十届药用真菌学术研讨会论文集,61-63.
- [13] 何伯伟.段木灵芝全程标准化操作手册[M].浙江科学技术出版社,46.
- [14] 李朝谦.一种灵芝孢子粉防风避雨晒干方法[P].



龙芝1号高品质灵芝孢子粉



扎袋套筒技术培育的高纯度高品质灵芝孢子粉