

灵芝育种栽培与加工技术

刘文彬 王春晖 编著



农民“黄金屋”丛书

NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU



上海科学普及出版社

序 言

“春种一粒粟，秋收万颗籽。”千百年来，农民在土地上春耕夏耘，历尽辛劳。但是，是否辛勤耕耘一定能得到丰厚的回报呢？事实并非如此。在当前的农村中，同样劳作，有的人很快发家致富了，有的人却依然未能脱贫。个中的诀窍何在呢？最关键的一点是能否掌握和运用科学技术。科学技术能使农作物和家禽家畜产量大幅度提高。比如说，正是有了杂交水稻等技术，每公顷稻田的年产量才得以从过去的约五六吨增加到15吨左右。现在，农产品市场竞争越来越激烈，这就要求我们不断地提高农产品的质量，还要降低成本，保护环境，节省劳力。这些都需要新的科学技术作后盾。从这个意义上来说，“书中自有黄金屋”这句古话又有了新的意义，传播科学技术的书籍的确是农民致富的法宝。用“黄金屋”作为这套丛书名，我觉得是很有象征意义的。

《农民“黄金屋”丛书》（湖南部分），由湖南科技报社组织编写，上海科学普及出版社出版。这套丛书立足于当前农业产业结构调整中农民朋友的实际需要，着重解决农业产业化中“种、养、加”，“产、供、销”等产前、产中和产后各环节中的若干技术和实践问题。这套丛书选题富有特色，介绍的

11A77-157

都是目前农村和农民普遍感兴趣、具有良好发展前景的种养项目，内容丰富，深入浅出，图文并茂，适合农民读者的口味。作为一名中国工程院院士和农业专家，我对这套丛书的出版表示由衷的高兴和热烈的祝贺！

编写《农民“黄金屋”丛书》（湖南部分）的作者，有的是农科的研究员、教授，有的是博士、硕士，有的是在一线农技部门摸爬滚打了几十年的农技专家。书中有不少数据和资料直接来自他们自己的实验，许多技术也是经他们自己的实践检验过的，有的技术甚至是他们亲身工作经验的总结。这一切，无疑更增加了本套丛书的可信性、实用性和适用性。对广大农民朋友来说，这套丛书实在是不可多得的致富法宝，相信一定会获得广大农民朋友的喜爱。

我国是一个农业大国，农业始终是我国国民经济的基础。我们已经满怀信心地跨入了新千年，我国正申请加入世界贸易组织（WTO）。这种形势，对我国的农业和广大的农民朋友提出了新的机遇和挑战。展望未来，农业新技术的传播、新产品的更新会进一步加速。谁拥有知识，谁掌握技术，谁适应市场需求，谁就能够自由驰骋在 21 世纪。

A large, expressive handwritten signature in black ink, which appears to be '袁隆平' (Yuan Longping), the Chinese name of the renowned agricultural scientist. The signature is written in a cursive, flowing style.

2000 年 2 月

编 者 的 话

灵芝,自古就有“灵芝仙草”之美称,我们的祖先早在两千多年前就进行了记载和研究。在中国和日本,自古以来就视灵芝为吉祥之物,寿诞时代表延年益寿,婚礼时常选用两枝合一的灵芝,代表百年合好。在日本更有将灵芝制成女士用的耳环、别针和男士用的领带夹、别针等装饰物。灵芝亦有瑞草、仙草、金草、神草、不死草、吉祥草之称。

近年来,随着科技进步和社会的不断发展,细胞生物学和微生物学及分子生物的理论已应用于灵芝的生产、加工研究,人们不断地认识和掌握了灵芝的神奇药用功效和保健功能,本来就稀少的野生灵芝资源已远远不能满足广大消费者的需求,人工高产栽培和加工开发利用灵芝已成为一种趋势,各种各样的灵芝制品、食品及化妆品已在世界各地兴起,市场前景无限广阔。

为了提高灵芝育种、栽培和加工技术,我们编写了此书。着重介绍了灵芝的药理、药效、灵芝的育种、栽培、加工及多糖提取、孢子破壁等先进技术,适合于食用菌科技人员,农林院校师生及具有高中以上文化程度的农业干部,广大菇农及食用菌爱好者阅读。

编写此书由于时间比较仓促,水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请国内外同行不吝赐教,批评指正。

编 者

1999年12月

目 录

第一章 概述	1
第一节 灵芝的有效成分与药用价值/2	
第二节 灵芝生产的重要意义/4	
第三节 灵芝的贸易现状/6	
第二章 灵芝的选育与制种技术	9
第一节 灵芝菌种的选育/9	
第二节 灵芝菌种的生产/12	
第三节 制种的培养基与培养料/17	
第四节 消毒与灭菌/21	
第五节 灵芝母种的制作/25	
第六节 灵芝原种的制作/29	
第七节 灵芝栽培种的制作/31	
第八节 段木菌种的制作/34	
第九节 灵芝制种的杂菌污染分析与控制/34	
第十节 灵芝菌种的检验/37	
第十一节 灵芝菌种的保藏与复壮/37	
第三章 灵芝的栽培技术	42
第一节 灵芝的生物学特性/42	
第二节 灵芝生产栽培所需的原材料/51	
第三节 灵芝室内瓶栽技术/54	
第四节 室内高产优质袋栽灵芝技术/57	

第五节	短段木熟料栽培灵芝技术/62	
第六节	天然段木生料栽培灵芝新技术/67	
第七节	树桩或树蔸栽培灵芝技术/69	
第八节	太空包栽培灵芝/71	
第九节	人造菌棒大田高产栽培灵芝/73	
第十节	反季节栽培灵芝/76	
第十一节	仿野生灵芝栽培技术/79	
第十二节	液体发酵生产灵芝菌丝体/81	
第四章	灵芝病虫害防治管理技术	85
第一节	病虫害的基本概念/85	
第二节	菌种病虫害的防治与管理/88	
第三节	畦床出芝前病虫害的防治与管理/99	
第四节	出芝时子实体病虫害的防治与管理/106	
第五节	贮藏期间病虫害的防治与管理/113	
第五章	灵芝的加工技术	118
第一节	灵芝多糖的提取/118	
第二节	灵芝孢子粉的破壁/121	
第三节	灵芝的干制/124	
第四节	灵芝的酿酒技术/128	
第五节	灵芝保健饮料的加工技术/131	
第六节	灵芝药品的加工技术/134	
第七节	灵芝美容制品的加工技术/138	
附表 1	常用计量单位换算表	140
附表 2	相对湿度对照表	141
参考文献		142

第一章 概 述

灵芝是一种非常名贵的药用菌,《白蛇传》中就有白娘子盗“仙草”救许仙的传说。早在汉朝就对其抗衰老作用进行了记载,《汉武内传》说:芝草为“太上之药”,“得而食之,后天而老。”《瑞令记》说:“食芝延年不终,与真人同寿”。《神农本草经》将“六芝”列为草部上品之首,并说各种芝草久服皆可“轻身不老,延年神仙”,而且汉朝对灵芝的研究出现了空前繁荣的局面,相继出现了许多研究芝草的专门著述,其中包括介绍菌类形态,生态,产地,采集之法的《木芝图》,《肉芝图》,《神仙芝草图》,《灵芝瑞草经》等。介绍种芝秘术的《种神芝》,《种芝经》,《种芝草法》等。古代灵芝又称“瑞草”,它又是吉祥的化身,在民间绘画艺术中,常用灵芝来象征吉祥、富贵、长寿。在北京故宫博物馆和颐和园的陈设中,还有象征多头灵芝的“如意树”。

随着现代生物科学的发展,分子生物学、遗传学已应用于灵芝的研究,对其药理功效的研究更深入,临床医学已验证灵芝能治许多种疾病,其中:

青芝——促明目,补肝气,安精魂。

赤芝——助心气纳内,增智慧治健忘。

黄芝——益脾助气。

白芝——益肺气,强意志。

黑芝——治肾病。

紫芝——益耳助听,利筋肉通关节。

此外,灵芝对心血管疾病具有良好的疗效,同时可降低血压,降血脂,改善血液循环,提高机体的免疫功能。目前最重要的灵芝“孢子粉”,具有防癌、抗癌之功效,它含有丰富的多糖肽,能促进T细胞形成,加强自身防癌、抗癌能力,对癌症有明显的抑制作用,又能改善化疗、放疗引起的食欲、体重、白细胞下降等副作用。目前已应用于癌症的临床诊治。灵芝还有美容作用,经常食用可延缓衰老,延年益寿。因此灵芝的栽培和加工具有很大的药用价值和经济价值。

第一节 灵芝的有效成分与药用价值

灵芝是一种大型真菌,全世界共有104种,我国主要有20多种可作药用,其中重要的有赤芝(*G. lucidum*),紫灵芝(*G. japonicum*)、薄盖灵芝(*G. capense*),树舌芝(*G. applanatum*),云芝(*G. polystictus*)等,多分布于贵、鲁、冀、吉、苏、浙等省。灵芝有效化学成分研究多为菌丝体,子实体和孢子粉,其内都含有蛋白质、脂肪、多糖、纤维素、多肽、腺苷、嘌呤、嘧啶、内脂、生物碱、维生素等营养成分。而且灵芝孢子粉荟萃了灵芝的精华,各种有效成分的种类和含量均高于灵芝子实体和菌丝体,其中最主要的有以下几种:

一、灵芝多糖

它是灵芝提高人体免疫功能,扶正固本的主要成分。它能解毒,提高肝脏,骨髓,血液合成DNA、RNA和蛋白质的能力,因此可治疗慢性、急性肝炎,促进肝细胞的修复作用,保护肝脏功能,同时起防癌、治癌的作用。

二、肽与氨基酸

它在生命活动中具有极为重要的生理意义,是组成蛋白质的基础物质。尤其是异亮氨酸,含量非常丰富,对进行性肌营养不良,萎缩性肌强直等具有明显的疗效。灵芝中含有中性肽($R_f = 0.44$),酸性肽($R_f = 0.7$)和碱性肽($R_f = 0.3$),具有强烈的药理活性,有镇痛,解毒等作用。

三、生物碱

它是灵芝中具有重要生理活性的物质,能改善冠状动脉血流量,降低心肌耗氧量,增强心肌及机体对缺氧的耐受性和降低胆固醇,对心脑血管、冠心病、高血压、高血脂等有一定疗效。同时各种生物碱具有抗炎、镇痛的作用。

四、有机酸

它由硬脂酸、棕榈酸、二十碳酸、十九碳酸、二十四碳酸等组成,有保肝、毒杀肝瘤细胞的功能。

五、核苷

它是由腺嘌呤、腺嘌呤核苷、尿嘧啶、尿嘧啶核苷等组成,是组成 RNA 和 DNA 必不可少的重要物质,是生物遗传和信息传递的极为重要的物质基础,有很强的抑制血小板凝集的作用,从而解除血粘和血栓,可防止血栓病:如脑血栓、心肌梗塞、血流不畅、心肌无力等疾病。

六、有机锗

灵芝有机锗含量 $(800 \sim 2000) \times 10^{-6}$ 浓度,是人参的 4~6 倍。它能使血液畅通,增强红细胞携带氧的能力,促进新陈代

谢,延缓衰老,能与体内污染的重金属离子相结合而形成络合物,在 24 小时内排出体外,因此是理想的保健食品。

七、三萜类

三萜类化合物属于羊毛甾烷衍生物,它具有 A、B、C、D 4 个环,其主要信号是双键质子、连氧碳质子和甲基质子,是灵芝有效成分的具有明显生理活性的一类化合物。能抑制鼠细胞组胺的释放,有刺激肝功能,降血压,理气等作用,可用于肝炎,心血管病等治疗。

灵芝除了这些有效成分外,还有挥发油、树脂、甘露醇和微量元素等化学成分,可治疗慢性支气管炎和哮喘病,加速胰腺血液循环,增强胰岛素,改善血糖、尿糖症状,对糖尿病有很好的疗效,此外还可治胃肠病、溃疡、神经痛、风湿病等多种疾病。

第二节 灵芝生产的重要意义

灵芝作为人类新型的营养品和保健品,因其具有广泛的生理活性,不仅用于疾病治疗,取得了良好的临床疗效,而且作为日常生活的保健滋补品,已经引起了世界各国人们的广泛注意和高度重视,为人们的健康长寿带来了福音,深受广大消费者的青睐。稀有的野生灵芝已远远不能满足大家的需求,灵芝的人工栽培和加工生产成了一种非常吸引人的产业,它既可作为千家万户的庭院经济在农村推广,又能在有条件的地方发展成为技术密集型的现代化灵芝工业,规模生产成为农村经济发展的重要门路。

一、灵芝生产原料广泛,成本低廉

灵芝生产原料非常丰富,各种农作物的下脚料,如棉籽壳、稻草、棉杆、锯木屑、甘蔗渣、酒糟、麦秆、玉米芯、野草等都可作为栽培灵芝的好原料,这些本来无用的“废品”变成了生产灵芝的好材料,真是物尽其用,变废为宝。

二、灵芝生产栽培投资少,效益高

灵芝生产原料一般来自农作物下脚料,因此成本低,投资少,而成品灵芝的价格较高,特别是灵芝制品,价格可观,加之灵芝产量比较高,周期又短,只需3~4个月时间就能见成效,因此效益比较高,为老、少、边、穷的地区提供了一个脱贫致富的好门路。

三、为许多病人提供了良药

灵芝,尤其是其孢子粉,临床医学已验证可治疗多种疾病,对肿瘤、肝炎、肝硬化、冠心病、高血压、高血脂、神经衰弱、白血病、血小板减少等具有明显的疗效。灵芝糖浆、灵芝丸剂、灵芝注射剂等药品得以广泛生产和应用。

四、灵芝制品层出不穷,社会、经济效益看好

目前,国内外大力开发各种灵芝制品方兴未艾,日本20年来规模生产、开发中老年人保健药物和消除疲劳饮料,畅销国际市场。在我国,70年代开始灵芝生产和加工研究,近几年,灵芝产品如“富锗奶粉”、“灵芝保健饮料”、“灵芝速溶晶”、“灵芝茶”、“灵芝酒”及灵芝美容化妆品等相继问世,且销路较好。日本兵库县有人用“南平红灵芝”生产的“灵芝油”、“灵芝茶”保健食品及医疗药物就有30多种,获得了很大的社会效益。

益和经济价值。

可见,随着人们对健康食品的需求日益加大,在拥有几亿人口的中国,栽培生产和开发利用灵芝,无疑具有广阔的市场前景。

第三节 灵芝的贸易现状

灵芝的贸易实质上就是指灵芝的买卖。就目前来讲,主要指灵芝子实体经过分级、加工、检验、包装后进入商品流通市场,进行货币交换的过程。灵芝的等级、加工产品的质量,直接影响灵芝的价格。

一、灵芝的分级

目前灵芝的分级一般是按照芝盖的大小来决定的:

一级品:芝盖直径为 10 厘米以上。

二级品:芝盖直径为 10~8 厘米。

三级品:芝盖直径为 8~5 厘米。

等外品:芝盖直径为 5 厘米以下。

灵芝的等级不同,价格有明显的差异。芝盖 10 厘米以上的灵芝与 8~5 厘米的灵芝相比,价格要相差一倍以上。

二、当前灵芝子实体的销售情况

目前,世界上灵芝的主要消费国和地区有中国、韩国、日本、美国、印度尼西亚,及中国的香港、台湾地区等。1991 年世界灵芝产销量为 5000 吨,其中韩国的消费量为 2000 吨,中国大陆的产量为 1000 吨左右,1992 年世界灵芝的供求矛盾较大。据不完全统计,需求与供应比为 2:1,每吨灵芝的保护价

为3~4万元,而生产1吨灵芝的成本为5000~10000元人民币。可见其直接经济效益还是比较可观的。近年来,中国已成为世界灵芝的生产大国,仅福建省1997年段木灵芝的生产栽培就达20000立方米,子实体干品重量超过200吨,零售价达8~10万元/吨。

三、当前中国灵芝制成品的生产销售概况

据不完全统计,中国目前已有近100多家科研单位从事灵芝类药用菌的研究,有200多家工厂从事灵芝药品与保健食品的生产,且产品日趋成熟,都形成了自有的特点和产品风格,大致分以下几类:

(一) 灵芝保健饮料类 灵芝保健饮料类制品其种类和销量居目前灵芝制品之首。主要有福建的灵芝茶、灵芝健体茶、灵芝速溶茶、灵芝可乐等,还有福建的灵芝神酒、灵芝啤酒等,还有湖南的“东方灵芝系列”,其中有灵芝切片,灵芝酒、灵芝茶,销量比较可观。

(二) 灵芝药品类 随着灵芝的药理药效得到临床医学界的验证,灵芝药品种类越来越多,生产药品的厂家也达100多家。如福建的“东星”灵芝系列,“天元”灵芝系列,“圣灵”灵芝系列,上海的“中华灵芝宝”,河北的“自航”灵芝系列,江苏的“时光”灵芝系列等都在市场上占有相对好的优势,产品质量和销量相对稳定。这些厂家生产的灵芝精粉、灵芝口服液、灵芝胶囊、灵芝片剂、灵芝针剂等药品,在医学界已产生了较大的影响,已被医生和患者认可和接受。

(三) 灵芝美容类 灵芝能润肤养颜,早为古代医学载明。目前以灵芝为原料的美容制品不断出现,如上海霞飞日用化工厂生产的“纯天然灵芝系列产品”中有灵芝润肤露、灵

芝防皱蜜、灵芝营养增白霜等。此外,广东、广西、福建等地也有灵芝美容品相继问世,且市场前景看好。

(四) 灵芝观赏类 灵芝组织及形状特殊,人们可经过加工制成许多具有观赏价值的艺术品,如彩绘、根雕,也可配以花草树木、山石等材料,利用人工靠接、截枝及药物处理等方法,制出形状漂亮的灵芝盆景。我国福建等地开发较早。随着人们生活水平的提高,对盆景艺术的追求日益增强,用灵芝作材料的观赏类工艺品必将走俏国内及国际市场,也将成为灵芝开发研究的一个新热点。

第二章 灵芝的选育与制种技术

第一节 灵芝菌种的选育

灵芝菌种是灵芝生产的前提和关键。菌种质量的优劣直接影响灵芝的产量和品质,因此选育优良品种十分重要。一个理想的灵芝品种,通常具有以下特点:菌丝生长活力旺盛,适应性强,对外界不良环境的抗性强;菌丝生长迅速,抗杂能力强;出菇早,周期短,菇形漂亮,朵大,色泽美观等。在同样的栽培条件下,其产量和质量均高于一般的品种,因而给人们带来更大的经济效益。

目前,食用菌选育种采用的方法主要有人工选择、诱变育种、杂交育种等。随着近代生物工程的发展,原生质体融合技术等育种新技术也得到了广泛的应用,也是食用菌育种的一项重大突破,为培育优良菌种提供了更可靠的技术基础,基因工程育种更是分子水平上的革新。

一、人工选择

人工选择也称淘汰法。它是较原始的育种方法,即从自然界现有的菌株中通过人工选择,利用人工方法来控制生物的生殖,使生物生殖有选择地进行,从而去劣存优,形成人类所需要的优质新品种。人工选择方法简便,主要有以下几个步骤:

(一) 收集原始品种 根据灵芝的特点,确定采种目标,

尽可能收集菇形漂亮、朵大,无病虫害等有代表性的菌株。

(二) 分离纯种 种菇采到后,要尽快进行组织分离,以取得纯种。

(三) 测定菌株生理特性 分离后,观察菌丝生长的速度、长势,对温度、湿度、光线等条件的反应,初步了解其生物特性。

(四) 试验对照 采用不同的栽培方法,比较各菌株的生产性能、产量、品质、菇期、温性等各方面进行记录。

(五) 规模试验 对比试验后,选择相对优质的菌株再进行规模化试验,以便进一步选择优良菌株。

(六) 菌株推广试验 经过规模化试验后,进一步确定了菌种的性能,从而可大面积生产,对广大菇农进行示范推广。

二、诱变育种

诱变育种是在人工选择上的一种新的进步,它改变了菌株的基因,也实现了基因重组,育种效果更好。

诱变育种的一般方法:

选择出发菌株→制备孢子悬浮液→活菌计数进行诱变处理 $\xrightarrow{\text{求出成活率}}$ 涂布培养→挑菌移植→初筛→斜面传代→复筛→选定优种

诱变育种不仅提高了菌株突变率,操作简单,可直接作为筛选优良菌株的方法,而且可为杂交育种、细胞融合提供遗传标记。但也有一定的缺点:缺乏定向性,必须做大量筛选工作。

三、杂交育种

杂交育种是选择两个已知优良性状的菌株,通过杂交,将

双亲的优点结合在一起,或是将一方的优点转移到另一方,克服另一方的缺点,从而达到选择优种的目的。杂交育种仍是目前比较理想、比较有效的育种方法。

杂交育种的一般方法:

采集与选择亲本 $\xrightarrow{\text{单孢分离器或平板稀释取得单孢}}$ 单孢的分离
→单孢验证→单核菌丝两两配对,进行杂交→结实性
鉴定→生产性能鉴定→扩大规模试验→进行推广示范

杂交育种在诱变育种上又前进了一步,可选育出稳产、高产的优质菌株。但如果将杂种后代进行自交和选择,从自交系中进行再选育,可促进后代个体间的分离和优良品种的纯合化,使菌株更稳定,更纯合,更优良。

四、细胞融合工程育种

细胞融合工程是近代生物工程的重要内容,也是遗传育种上的一种重大飞跃。在 70 年代已开始应用于担子菌。1983 年,我国开始应用于食用菌的育种。

细胞原生质体的融合是通过脱壁后的不同遗传型原生质体,在融合剂的诱导下进行融合,使细胞中的全基因组有效地混合,进行整套基因的交换与重组,从而达到选择新优个体的目的。

细胞融合工程育种的一般方法:

选择亲本→确定亲本的遗传标记→亲本原生质体的分离→原生质体的再生和培养→原生质体的融合→融合体的再生、培养→融合体的检出、筛选

五、基因工程育种

基因工程是分子生物学上的一次技术革新,它是用人工